

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(повна назва інституту)

Кафедра електропостачання

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«___» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

спеціалізації Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

на тему: «Підвищення енергоефективності інженерних систем
спорткомплексу Університету»

Виконав: студент VI курсу, групи ОН-91мп

_____ Підгурський Ігор Петрович

(прізвище, ім'я по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент. Прокопенко В. В.,

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Консультант нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д.

(назва розділу) _____ (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний
інститут імені Ігоря
Сікорського»

Інститут/факультет Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

(повна назва)

Кафедра електропостачання

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Підгурський Ігор Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Підвищення енергоефективності інженерних систем спорткомплексу Університету»

науковий керівник дисертації Прокопенко Володимир Васильович к.т.н., доцент.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «03» листопада 2020 р. №3198-с

2. Строк подання студентом дисертації 14 грудня 2020 року

3. Об'єкт дослідження Будівля спорткомплексу та інженерні системи що забезпечують його функціонування

4. Предмет дослідження: Поняття енергоефективності будівель, та процес роботи основних складових інженерних систем будинку на основі моніторингу енергоспоживання та перевірки існуючого устаткування.

5.Перелік завдань, які потрібно розробити:

- дослідження існуючого стану інженерно-технічного обладнання будівлі;

- аналіз та використання отриманих даних про споживання енергоресурсів будівлею, вибір заходів для підвищення енергоефективності на основі проведеного дослідження;

- розробка методів підвищення рівня енергоефективності інженерних систем будівлі;

- виявити можливості удосконалення інженерних систем будинку.

6.Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація, таблиці споживання енергоресурсів, зображення інженерного обладнання будинку, наочні матеріали за результатами дослідження, зображення місць тепловтрат з тепловізора, діаграми.

7.Орієнтовний перелік публікацій: науково-технічна конференція "Енергетика. Екологія. Людина" та III науково-технічна конференція магістрантів ІЕЕ. Секція: «Сталий розвиток енергетики. Сучасні системи забезпечення електричною енергією»

8.Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль

ас. Прокопенко І.Д.

9.Дата видачі завдання 31 травня 2019 року

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Строк виконання етапів МД | Примітка |
|----------|--|------------------------------|----------|
| 1 | Аналіз нормативної бази | 10.07.20 - 30.07.20 | |
| 2 | Методика визначення енергетичної ефективності інженерних систем будівлі | 01.08.20- 17.08.20 | |
| 3 | Опис об'єкту дослідження та аналіз існуючих інженерних систем будівлі | 15.09.20 - 29.09.20 | |
| 4 | Структура енергетичних витрат будівлі | 30.09.20 - 09.10.20 | |
| 5 | Вибір та розрахунок заходів для підвищення енергоефективності інженерних систем | 10.10.20 - 19.10.20 | |
| 6. | Розробка стартап проекту | 20.10.20 - 29-10.20 | |
| 7. | Оформлення дисертації | 30.10.20 - 29-11.20 | |
| 8. | Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування | 30. 11.20 -10.12.20 | |
| 9. | Передзахист МД | 10.12.20-14.12.20 | |
| 10. | Захист дисертації | 17.12.20-22.12.20 | |

Студент

(підпис)

Підгурський І.П.

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Прокопенко В.В.

(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Дисертаційна робота складається зі 101-ї сторінки, 16-ти таблиць, 42-х рисунків, 29-ти використаних джерел.

В дисертаційній роботі розглядається питання підвищення енергоефективності інженерних систем спорткомплексу університету. Дослідження проводилось із використанням досвіду у сфері енергозбереження будівель, проводився аналіз зібраної інформації та пошук шляхів удосконалення існуючих інженерних систем. Інженерне оснащення будинку включає в себе усі структурні підрозділи, що впливають на значне споживання ресурсів. Існуючий план розподілу та використання енергії споживачами на основі базових принципів енергоефективності є одним з важливих аспектів роботи. Заходи для підвищення енергоефективності були обрані за результатами опрацьованих даних про енергоспоживання за три останні роки, заходи з енергоефективності, що вже проводились в будинку, тарифні умови, витрати енергетичних ресурсів, та загального обстеження будівлі спорткомплексу, що включало в себе і тепловізійну зйомку.

Актуальність теми дослідження.

Енергозбереження загальносвітова наукова проблема. Дослідження в різноманітних напрямках даної сфери проводились і проводяться багатьма науковцями.

Реалії нашого часу показують, що вже немає ніяких сумнівів щодо того, що споживання енергоресурсів повинно зменшуватися з плином часу. Адже технології не стоять на місці, а особливо для нашого політехнічного інституту, який має пряме відношення до створення та розробки технологій, що забезпечують підвищення енергоефективності. Зважаючи на те що будівля спорткомплексу КПІ ім. Ігоря Сікорського, є досить складною інженерною спорудою із великою кількістю різноманітних споживачів різних видів енергоресурсів, і збудована ще у 1985 році, стає зрозумілим, що впровадження заходів з підвищення енергоефективності є на часі і вкрай необхідне. Фактично в будинках старої забудови майже половина енергії

первинного палива втрачається при генерації, транспортуванні і кінцевому споживанні теплової енергії, де втрати теплоти подекуди сягають 50%. Це призводить до надмірної перевитрати коштів споживачами для потреб теплозабезпечення.

Для кліматичних умов України рівень теплоспоживання будинку пасивного типу законодавчо не визначений. Тому проблема суттєвого підвищення енергоефективності будівель шляхом теплозбереження за рахунок використання інноваційних будівельних конструкцій та застосування сучасних інженерних систем теплозабезпечення (включаючи використання поновлюваних та альтернативних джерел енергії) є вкрай актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

В дисертаційній роботі напрямом дослідження є енергоефективність інженерних систем будинку. Одним з головних завдань є підвищення ефективності і надійності функціонування системи шляхом модернізації існуючого теплогенеруючого обладнання та впровадження сучасних енергоефективних технологій і устаткування. Отже, зв'язок полягає в необхідності заміни чи оновлення обладнання, що входить до складу інженерних систем будинку, тобто проведення необхідних заходів з енергозбереження з метою економії ресурсу. Це, в свою чергу, вплине на рівень споживання енергетичних ресурсів, який є основою сталого розвитку енергетики – однієї з важливих наукових програм, яка розробляється на кафедрі електропостачання.

Метою роботи є підвищення рівня енергоефективності за рахунок проведення комплексного аналізу стану і функціональності інженерних систем будинку з урахуванням існуючих проблем і тих, які можуть з'явитись в майбутньому в питанні енергозабезпечення будинку та ефективності роботи інженерно-технічного обладнання.

Щоб досягти поставленої мети в дисертаційній роботі розглядаються наступні задачі:

- дослідження існуючого стану інженерно-технічного обладнання будівлі;
- аналіз та використання отриманих даних про споживання енергоресурсів будівлею, вибір заходів для підвищення енергоефективності на основі проведеного дослідження;
- розробка методів підвищення рівня енергоефективності інженерних систем будівлі;
- виявити можливості удосконалення інженерних систем будинку.

Об'єктом досліджень будівля спорткомплексу та інженерні системи що забезпечують його функціонування.

Предметом досліджень є поняття енергоефективності будівель, та процес роботи основних складових інженерних систем будинку на основі моніторингу енергоспоживання та перевірки існуючого устаткування.

Методи досліджень. Методичну основу проведеного наукового дослідження складають такі методи: теоретичний метод аналізу існуючого стану інженерних систем будівлі, розрахунковий метод впровадження заходів з підвищення енергоефективності.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- здійснення нових напрямків удосконалення інженерних систем об'єкта за ознакою його енергоефективності;
- на основі проведеного аналізу споживання енергоресурсів будівлею, було виділено одне найбільш енергозатратне приміщення і було прийняте рішення про розробку заходів які могли б максимально зменшити споживання енергоресурсів саме у цьому приміщенні, та можливість частково автономної його роботи за рахунок власної генерації найбільш затребуваного енергоресурсу.

Практичне значення отриманих результатів роботи полягає у підвищенні енергоефективності будівлі спорткомплексу шляхом перевірки і вдосконалення існуючих інженерних систем.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення, а також результати досліджень, що включені в дисертаційну роботу були представлені на науково-технічній конференції "Енергетика. Екологія. Людина" та III-ій науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ. Секція: «Сталий розвиток енергетики. Сучасні системи забезпечення електричною енергією».

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, РІВЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СПОРТКОМПЛЕКС, БАСЕЙН, ІНЖЕНЕРНА СИСТЕМА, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ, ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ДОЦІЛЬНІСТЬ, ТЕРМІНИ ОКУПНОСТІ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС.

ANNOTATION

The dissertation consists of 101 pages, 16 tables, 42 drawings, 29 sources used.

In the dissertation work the question of increase of energy efficiency of engineering systems of a sports complex of university is considered. The research was conducted using experience in the field of energy saving construction, analysis of aggregate information and search for ways to improve existing engineering systems. Other energy supply of the house includes all structural subdivisions that affect significant living resources.

The existing plan for energy distribution and use by consumers based on the basic principles of energy efficiency is one of the important aspects of the work. Measures to improve energy efficiency were selected based on the results of processed data on energy consumption over the past three years, energy efficiency measures already carried out in the house, tariff conditions, energy costs, and a general survey of the sports complex, which included thermal imaging.

Relevance of the research topic.

Energy saving is a global scientific problem. Research in various areas of this field has been conducted and is being conducted by many scientists.

The realities of our time show that there is no doubt that energy consumption should decrease over time. After all, technology does not stand still, especially for our polytechnic institute, which is directly related to the creation and development of technologies that improve energy efficiency. Due to the fact that the building of the sports complex KPI. Igor Sikorsky, is a rather complex engineering structure with a large number of different consumers of different types of energy resources, and built in 1985, it becomes clear that the implementation of measures to improve energy efficiency is timely and urgently needed. fuel is lost during generation, transportation and final consumption of thermal energy, where heat losses sometimes reach 50%. This leads to excessive overspending by consumers for the needs of heat supply. For the climatic conditions of Ukraine, the

level of heat consumption of a passive type house is not defined by law. Therefore, the problem of significantly improving the energy efficiency of buildings through heat conservation through the use of innovative building structures and the use of modern engineering heating systems (including the use of renewable and alternative energy sources) is extremely relevant.

Connection of work with scientific programs, plans, topics.

In the dissertation the direction of research is energy efficiency of engineering systems of the house. One of the main tasks is to increase the efficiency and reliability of the system through the modernization of existing heat generating equipment and the introduction of modern energy efficient technologies and equipment. Therefore, the connection is the need to replace or upgrade the equipment that is part of the engineering systems of the house.

That is, carrying out the necessary energy saving measures to save resources. This, in turn, will affect the level of energy consumption, which is the basis of sustainable energy development - one of the important tasks of the Department of Electricity.

The aim of the work is to increase the level of energy efficiency by conducting a comprehensive analysis of the state and functionality of engineering systems of the house, taking into account existing problems and those that may arise in the future in energy supply and efficiency of engineering equipment.

To achieve this goal in the dissertation the following tasks are considered:

- study of the current state of engineering and technical equipment of a residential building
- analysis and use of the obtained data on energy consumption by the building, the choice of measures to improve energy efficiency based on the study
- development of methods to increase the level of energy efficiency of engineering systems of a residential building;
- identify opportunities to improve the engineering systems of the house.

The object of research is the building of the sports complex and engineering systems that ensure its operation.

The subject of research is the concept of energy efficiency of buildings, and the process of identifying main components of engineering systems of the house on the basis of monitoring energy consumption and testing of existing equipment.

Research methods. The methodological basis of the conducted research consists of the following methods: theoretical method of analysis of the existing state of engineering systems of the building, calculation method of implementation of measures to improve energy efficiency.

The scientific novelty of the work is as follows:

- implementation of new directions of improvement of engineering systems of the object on the basis of its energy efficiency;
- based on the analysis of energy consumption by the building, one of the most energy-intensive premises was allocated and a decision was made to develop measures that could minimize energy consumption in this room, and the possibility of partially autonomous operation due to own generation of the most popular energy.

The practical significance of the obtained results of work is to increase the energy efficiency of the sports complex building by testing and improving existing engineering systems.

Approbation of dissertation results.

The main provisions, as well as the results of research included in the dissertation will be presented at the scientific and technical conference "Energy. Ecology. Man" and the III scientific and technical conference of IEE undergraduates. Section: "Sustainable energy development. Modern power supply systems".

Publications.

The materials of the dissertation are reflected in 27 publications and scientific works.

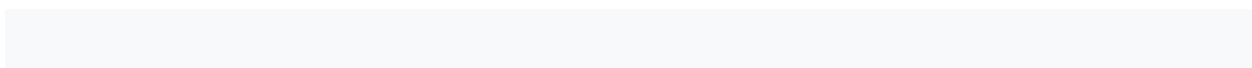
Keywords: energy efficiency, energy efficiency, energy efficiency fitness center, pool, systems engineering, energy conservation, energy efficiency indicators,

energy consumption, energy saving measures, the feasibility, the payback period, the heat pump.

ЗМІСТ

| | |
|--|--|
| Вступ..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА ПІДХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ..... | 19 |
| 1.1 Поняття енергоефективності та способи підвищення енергоефективності інженерних систем. | |
| 1.2 Визначення інженерних систем їх видів та характеристик. | 24 |
| 1.3 Можливі заходи підвищення енергоефективності будівлі, процес вибору заходів..... | 26 |
| 1.4 Визначення доцільності впровадження заходів, їх вартості та джерел фінансування..... | 34 |
| 2. СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ БУДІВЛЕЮ СПОРТКОМПЛЕКСУ. ОПИС ХАРАКТЕРИСТИК ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЛІ..... | 38 |
| 2.1. Загальні відомості про стан та характеристики будівлі спорткомплексу університету..... | 38 |
| 2.2 Загальні відомості про приміщення басейну. | 41 |
| 2.3 Споживання енергоресурсів..... | 42 |
| 2.4 Профіль витрат енергії..... | 49 |
| 2.5 Розрахунок втрат теплоти через огорожувальні конструкції..... | 50 |
| 2.6 Тепловізійне обстеження..... | 57 |
| 3 РОЗРАХУНОК ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ СПОРТКОМПЛЕКСУ..... | 65 |
| 3.1. Встановлення теплового насосу для забезпечення теплопостачання великого басейну та його допоміжних приміщень..... | 65 |

| | |
|---|----|
| 3.2 Утеплення та заміна огорожувальних конструкцій приміщення басейну. | 70 |
| 3.4 Заміна насосів для підкачки води | 80 |
| 3.5 Промивка теплообмінників | 82 |
| 4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ | 87 |
| 4.1 Ідея стартап-проекту | 89 |
| 4.2 Запуск проекту на ринок. Можливості та перспективи | 91 |
| Висновки | 95 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 98 |



Вступ

В дисертаційній роботі розглядається питання підвищення енергоефективності інженерних систем спорткомплексу університету. Дослідження проводилось із використанням досвіду у сфері енергозбереження будівель, проводився аналіз зібраної інформації та пошук шляхів удосконалення існуючих інженерних систем. Інженерне оснащення будинку включає в себе усі структурні підрозділи, що впливають на значне споживання ресурсів. Існуючий план розподілу та використання енергії споживачами на основі базових принципів енергоефективності є одним з важливих аспектів роботи. Заходи для підвищення енергоефективності були обрані за результатами опрацьованих даних про енергоспоживання за три останні роки, заходи з енергоефективності, що вже проводились в будинку, тарифні умови, витрати енергетичних ресурсів, та загального обстеження будівлі спорткомплексу, що включало в себе і тепловізійну зйомку.

Актуальність теми дослідження.

Енергозбереження загальносвітова наукова проблема. Дослідження в різноманітних напрямках даної сфери проводились і проводяться багатьма науковцями.

Реалії нашого часу показують, що вже немає ніяких сумнівів щодо того, що споживання енергоресурсів повинно зменшуватися з плином часу. Адже технології не стоять на місці, а особливо для нашого політехнічного інституту, який має пряме відношення до створення та розробки технологій, що забезпечують підвищення енергоефективності. Зважаючи на те що будівля спорткомплексу КПІ ім. Ігоря Сікорського, є досить складною інженерною спорудою із великою кількістю різноманітних споживачів різних видів енергоресурсів, і збудована ще у 1985 році, стає зрозумілим, що впровадження заходів з підвищення енергоефективності є на часі і вкрай необхідне. Фактично в будинках старої забудови майже половина енергії первинного палива втрачається при генерації, транспортуванні і кінцевому споживання теплової енергії, де втрати теплоти подекуди сягають 50%. Це

призводить до надмірної перевитрати коштів споживачами для потреб теплозабезпечення.

Для кліматичних умов України рівень теплоспоживання будинку пасивного типу законодавчо не визначений. Тому проблема суттєвого підвищення енергоефективності будівель шляхом теплозбереження за рахунок використання інноваційних будівельних конструкцій та застосування сучасних інженерних систем теплозабезпечення (включаючи використання поновлюваних та альтернативних джерел енергії) є вкрай актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

В дисертаційній роботі напрямом дослідження є енергоефективність інженерних систем будинку. Одним з головних завдань є підвищення ефективності і надійності функціонування системи шляхом модернізації існуючого теплогенеруючого обладнання та впровадження сучасних енергоефективних технологій і устаткування. Отже, зв'язок полягає в необхідності заміни чи оновлення обладнання, що входить до складу інженерних систем будинку, тобто проведення необхідних заходів з енергозбереження з метою економії ресурсу. Це, в свою чергу, вплине на рівень споживання енергетичних ресурсів, який є основою сталого розвитку енергетики – однієї з важливих наукових програм, яка розробляється на кафедрі електропостачання.

Метою роботи є підвищення рівня енергоефективності за рахунок проведення комплексного аналізу стану і функціональності інженерних систем будинку з урахуванням існуючих проблем і тих, які можуть з'явитись в майбутньому в питанні енергозабезпечення будинку та ефективності роботи інженерно-технічного обладнання.

Щоб досягти поставленої мети в дисертаційній роботі розглядаються наступні задачі:

- дослідження існуючого стану інженерно-технічного обладнання будівлі;

- аналіз та використання отриманих даних про споживання енергоресурсів будівлею, вибір заходів для підвищення енергоефективності на основі проведеного дослідження;

- розробка методів підвищення рівня енергоефективності інженерних систем будівлі;

- виявити можливості удосконалення інженерних систем будинку.

Об'єктом досліджень будівля спорткомплексу та інженерні системи що забезпечують його функціонування.

Предметом досліджень є поняття енергоефективності будівель, та процес роботи основних складових інженерних систем будинку на основі моніторингу енергоспоживання та перевірки існуючого устаткування.

Методи досліджень. Методичну основу проведеного наукового дослідження складають такі методи: теоретичний метод аналізу існуючого стану інженерних систем будівлі, розрахунковий метод впровадження заходів з підвищення енергоефективності.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- здійснення нових напрямків удосконалення інженерних систем об'єкта за ознакою його енергоефективності;

- на основі проведеного аналізу споживання енергоресурсів будівлею, було виділено одне найбільш енергозатратне приміщення і було прийняте рішення про розробку заходів які могли б максимально зменшити споживання енергоресурсів саме у цьому приміщенні, та можливість частково автономної його роботи за рахунок власної генерації найбільш затребуваного енергоресурсу.

Практичне значення отриманих результатів роботи полягає у підвищенні енергоефективності будівлі спорткомплексу шляхом перевірки і вдосконалення існуючих інженерних систем.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення, а також результати досліджень, що включені в дисертаційну роботу буди представлені на науково-технічній конференції

"Енергетика. Екологія. Людина" та III-ї науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ. Секція: «Сталий розвиток енергетики. Сучасні системи забезпечення електричною енергією».

Ключові слова: ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, РІВЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СПОРТКОМПЛЕКС, БАСЕЙН, ІНЖЕНЕРНА СИСТЕМА, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ, ВИТРАТИ ЕНЕРГІЇ, ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ДОЦІЛЬНІСТЬ, ТЕРМІНИ ОКУПНОСТІ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС.

1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА ПІДХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

1.1 Поняття енергоефективності та способи підвищення енергоефективності інженерних систем.

Існує багато визначень поняття «енергоефективності», нижче наведено деякі з них, які дають різні документи та країни.

Закон України «Про енергозбереження» (№74/94-ВР від 01.07.94) дає наступне визначення поняття енергоефективність:

Енергоефективність – характеристика обладнання, технології, виробництва або систем в цілому, що показує ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту.[1]

США (Департамент енергетики):

Енергетична ефективність не може бути виражена єдиним показником, тому існує багато підходів до її визначення або тлумачення її як поняття:

- енергоефективність – необхідний рівень витрат енергетичних ресурсів для досягнення певного рівня благополуччя (наприклад, економічного, соціального, стандартів життя людини, стану навколишнього природного середовища і такі інші.);

- енергоефективність – показник, зворотній енергоємності;

- енергоефективність – комплексний набір показників, визначення яких залежить від системи, для якої він визначається, а найголовнішим при цьому є спостереження за динамікою цих показників і забезпечення їх постійного покращення за рахунок усіх економічно обґрунтованих доступних заходів (вдосконалення сучасних технологій, а також, що дуже важливо, заміни існуючих технологій використання ПЕР на принципово нові).

Єврокомісія («Повідомленні про план дій з підвищення енергоефективності»):

Енергоефективність – зниження споживання енергії без зниження використання енергії виробництвом і устаткуванням, тобто мається на увазі раціональне використання енергоресурсів і альтернативних джерел енергії та зменшення загальної потреби в енергоресурсах за окремими напрямками.

Проект Закону України «Про ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів» (внесений Кабінетом Міністрів України, 2013 р.):

Енергоефективність – співвідношення досягнутих результатів діяльності і енергії та витрат ПЕР. [2]

Висока вартість енергоресурсів змушує задуматися про їх економію: менше витрачаємо – менше платимо. Розумне споживання природних ресурсів і зниження впливу на екологію – це тема, яка є актуальною не тільки для України. В країнах Європи вже впроваджуються проекти переходу на четверте покоління системи централізованого опалення при максимальному використанні альтернативних джерел енергії. Україна ж наразі тільки починає вивчати основи енергоефективності.

Для економії енергоресурсів необхідні дві ключові умови – облік і регулювання. Облік дозволяє максимально точно визначити кількість спожитого енергоресурсу. Наприклад, ми звикли рахувати, скільки витрачаємо електроенергії та води, поступово звикаємо до обліку спожитого газу за допомогою приладів обліку – лічильників. Також в останні роки ми активно встановлюємо прилади обліку тепла – переважно будинкові, що враховують тепло, спожите усіма мешканцями багатоквартирного будинку. Щодо новобудов з горизонтальною розводкою трубопроводу в квартирі, мешканці мають можливість встановити квартирний лічильник обліку тепла.

Після оцінки обсягу споживання енергоресурсу можна приймати рішення про його економію і досягти її як за допомогою регулювання, так і шляхом зміни поведінки споживача. Наприклад, коли ми говоримо про воду, економія полягає і в поладженні у квартирі протікаючих кранів, і в

зміні нашого ставлення до води – чистимо зуби не під струменем, а набираючи воду у склянку. Коли йдеться про електроенергію, ми йдемо подібним шляхом і виберемо заміну старого обладнання на нове. Наприклад, лампочки розжарювання замінимо на сучасні енергоефективні, пам'ятаючи, що змінюємо і нашу поведінку – вимикаємо світло там, де воно нам не потрібне. Щодо опалення, на жаль, в Україні система регулювання в більшості житлових будинків або відсутня, або безнадійно застаріла, або з самого початку була спроектована з урахуванням значних втрат тепла. Крім того, ставлення споживача до тепла як енергоресурсу застаріло – ми буквально «викидаємо гроші на вулицю», коли не зачиняємо вікна та входні двері в під'їзді.

Енергоефективність означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих паливно-енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки та технології та дотриманні вимог до навколишнього середовища. В Україні, як і в більшості європейських країн, понад 30 % кінцевої енергії споживається будинками. Це найбільший сектор національної економіки з точки зору енергоспоживання, за яким ідуть промисловість і транспорт. Досвід багатьох країн показує, що лише комплексна термомодернізація існуючого житлового фонду здатна кардинально вплинути на скорочення споживання енергоресурсів. Комплексна ж модернізація будівлі, за підрахунками фахівців, може в остаточному підсумку забезпечити економію енергоресурсів близько 50 %. Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) стверджує, що кожен долар, інвестований в енергоефективність, обернеться 4 дол. економії, причому такий проект повністю окупиться приблизно за чотири роки. Щоб змінити ситуацію, Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства спільно з експертним середовищем підготували чотири законопроекти в рамках стратегії підвищення енергоефективності в державі.

Норми, що врегульовують питання термомодернізації будівлі, встановлення засобів обліку та регулювання споживання енергетичних ресурсів, модернізації систем опалення, постачання гарячої води, вентиляції, кондиціонування та освітлення, використання місцевих відновлюваних, альтернативних джерел енергії та здійснення інших заходів з енергоефективності, передбачено проектом закону «Про енергетичну ефективність будівель». Для існуючих будівель законопроектом передбачається сертифікація енергетичної ефективності з метою визначення фактичних показників енергетичних характеристик, проведення оцінки відповідності зазначених показників установленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель, розроблення рекомендацій щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі, які враховують місцеві кліматичні умови та є технічно і економічно обґрунтованими.

Крім того, уряд України розробив додаткові законопроекти, які мають на меті забезпечити реальне впровадження робочого механізму стратегії енергозбереження в державі. Мова йде про законопроекти «Про особливості здійснення закупівель енергосервісу», «Про енергозбереження», «Про впровадження енергоефективних заходів в бюджетних установах». Законопроект «Про енергозбереження» визначає правові, економічні, соціальні та екологічні основи енергозбереження для всіх підприємств, об'єднань та організацій, розташованих на території України, а також для громадян.

Проектом закону «Про впровадження енергоефективних заходів в бюджетних установах» передбачено внесення змін до Бюджетного кодексу України, що дасть змогу забезпечити правові засади реалізації енергосервісних договорів, залучити інвестиції до реалізації енергоефективних проектів у бюджетних закладах без збільшення місцевого та державного боргу, без надання місцевих або державних гарантій.[3]

Існують різні методи підвищення енергоефективності інженерних систем, але перед тим як визначитись із ним спочатку проводять обстеження інженерних систем будівлі. Обстеження здійснюють згідно методики обстеження інженерних систем будівлі затвердженої наказом №173 та з урахуванням Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 та з урахуванням положень ДСТУ EN 15378-1:2017 «Енергоефективність будівель. Системи опалення та гарячого водопостачання будівель. Частина 1. Інспектування котлів, систем опалення та гарячого водопостачання», ДСТУ CEN/TR 15378-2:2017 «Енергоефективність будівель. Системи опалення та гарячого водопостачання будівель. Частина 2. Пояснення та обґрунтування», ДСТУ EN 15378-3:2017 «Енергоефективність будівель. Системи опалення та гарячого водопостачання будівель. Частина 3. Вимірювана енергетична ефективність», ДСТУ CEN/TR 15378-4:2017 «Енергоефективність будівель. Системи опалення та гарячого водопостачання будівель. Частина 4. Пояснення та обґрунтування»[4].

Методи підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі, збігаються із загальним переліком методів підвищення енергоефективності будівлі, розбіжність лише у тому, що вони стосуються конкретно якоїсь із інженерних систем, а не будівлі у цілому. Рівень енергетичної ефективності інженерних систем можна підвищити за допомогою впровадження енергоефективних заходів відносно інженерних систем. Тобто потрібно обрати перелік заходів що сприяють енергозбереженню в будівлі, знайти кошти для їх впровадження, і виконавши їх можна підрахувати наскільки енергоефективнішими стали інженерні системи будівлі.

1.2 Визначення інженерних систем їх видів та характеристик.

Інженерні системи - технічне обладнання будівлі (її відокремлених частин), житлових або нежитлових приміщень, призначене для опалення, охолодження, кондиціонування, вентиляції, постачання гарячої води, освітлення будівлі або її частини чи для поєднання цих функцій.[5]

До переліку інженерних систем будівлі відносяться: опалення (рис.1.1), вентиляція та кондиціонування (рис.1.2 та 1.3), гаряче та холодне водопостачання (рис.1.4), каналізація (рис.1.5), електрозабезпечення та освітлення (рис.1.6, 1.7 та 1.8). З метою систематизації даних про результати обстеження інженерних систем та моніторингу за дотриманням законодавства у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель створюється база даних звітів про результати обстеження інженерних систем (далі - база даних звітів), яка формується та ведеться центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної житлової політики і політики у сфері житлово-комунального господарства.



Рисунок 1.1. Елемент системи опалення



Рисунок 1.2 та 1.3. Елементи системи вентиляції та кондиціонування повітря.



Рисунок 1.4. Елементи системи водопостачання.



Рисунок 1.5. Системи каналізації.



Рисунок 1.6, 1.7 та 1.8. Елементи системи електрозабезпечення та освітлення.

У самій будівлі спорткомплексу наявні усі з перелічених інженерних систем а також складна інженерна споруда – басейн. Найбільшими споживачами енергоресурсів є система теплопостачання та електрозабезпечення, система вентиляції не функціонує і не підлягає відновленню.

1.3 Можливі заходи підвищення енергоефективності будівлі, процес вибору заходів.

Заходи із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель - будівельні роботи, результатом виконання яких є підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель та/або показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами.[5]

Підвищення енергоефективності будівель забезпечує значне зменшення обсягу споживання енергетичних ресурсів при незмінному та стійкому дотриманні нормативного рівня комфортності в їх приміщеннях. Споживачами енергетичних ресурсів в громадських будівлях є інженерні мережі, які потребують теплової енергії - системи опалення, вентиляції, теплопостачання та електричну енергію - системи електропостачання, освітлення. [6]

Далі розглянемо заходи з підвищення енергетичної ефективності інженерних систем які споживають енергоресурси, а саме систему опалення, теплопостачання, вентиляції, електропостачання та освітлення. Зрозуміло, що, чим менше в будівлі закладено енергоефективних рішень з інженерних мереж, тим більше встановлена потужність та експлуатаційні витрати системи теплопостачання.

Найбільш дорогим та досить важко контрольованим у споживанні енергоресурсом сьогодні є тепла енергія, що отримується кількома основними способами: спалюванням органічного палива, прямим

перетворенням електричної енергії на теплову або використанням теплових насосів. Яким би способом не була отримана теплова енергія, основною величиною, що впливає на капітальні та експлуатаційні витрати, є розрахункова теплова потужність систем, що споживають теплову енергію. Відповідно, чим менше в проекті закладено енергоефективних рішень з інженерних мереж, тим більше встановлена потужність та експлуатаційні витрати системи теплопостачання.

Для підвищення ефективності споживання теплової енергії в будівлях можливі наступні заходи:

1. Введення системи постійного енергетичного моніторингу об'єкту.
2. Встановлення приладу обліку теплової енергії.
3. Розробка проекту нової системи вентиляції з окремими системами припливно-витяжної вентиляції, з теплоутилізаторами та автоматикою, що враховує кількість людей у кожному окремому приміщенні.
4. Установлення автоматичних терморегуляторів (рис.1.9) на кожний опалювальний прилад з обов'язковим застосуванням спеціальної автоматичної балансувальної арматури.



Рисунок 1.9. Терморегулятор

5. Ізоляція магістральних теплопроводів.
6. Обладнання великих аудиторій або спортзалів системами повітряного опалення на базі фанкойлів (рис.1.10).



Рисунок 1.10. Фанкойл.

7. Зменшення площі світлопрозорих конструкцій.
8. Підвищення згідно нормативів теплозахисних характеристик будівлі за рахунок утеплення зовнішніх стін та встановлення вікон та дверей з високими тепловим опором.
9. Встановлення теплового насоса (рис.1.11 та 1.12) для забезпечення тепlopостачання. Принцип роботи повітряного теплового насоса заснований на перенесенні та перетворенні поновлюваного низько-потенційного тепла навколишнього середовища у високопотенційну теплову енергію для підігріву басейнів та нагріву води. Повітряні теплові насоси можуть мати моноблочне виконання або складатися з внутрішнього і зовнішнього блоків, можуть доповнюватися баками- накопичувачами і бойлерами непрямого нагрівання.



Рисунок 1.11 та 1.12. Тепловий насоси.

10. Встановлення сонячних колекторів на даху будівлі, для забезпечення тепlopостачання.
11. Чистка наявних системи опалення, теплообмінників.

Також гостро постає питання контролю за споживанням електроенергії і підвищення ефективності її використання. Разом з цим постійно зростають вимоги споживачів/обладнання до якості електроенергії, оскільки вихід за допустимі межі такого параметру мережі як напруга або струм може привести до виходу з ладу обладнання, а значить до суттєвих матеріальних втрат. [6]

Для підвищення ефективності споживання електроенергії в будівлях можливі наступні заходи:

1. Впровадження на об'єкті сучасних систем контролю та комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) (рис.1.13).



Рисунок 1.13. Пристрій АСКОЕ

2. Заміна в електроприладах (насосів та ліфтів) двигунів із низьким ККД та високим енергоспоживанням на більш енергоефективні.
3. Заміна старої проводки яка сприяє втратам та зменшенню якості електроенергії на нову.
4. Встановлення фотоелементів(сонячних панелей) (рис.1.14) та інверторів для забезпечення частки електроспоживання будівлі.



Рисунок 14. Сонячні панелі.

5. Встановлення датчиків руху та енергозберігаючих ламп (рис.1.15).



Рисунок 1.15. Енергозберігаючі лампи.

Всі заходи економії енергії, енергозбереження, підвищення енергоефективності відрізняються численною кількістю специфічних характеристик, зокрема, технічними та технологічними особливостями, терміном окупності, рівнем економії енергії, особливостями експлуатації, необхідними для впровадження та використання ресурсами, габаритами і т.д. Тому, для того щоб вибрати оптимальний набір заходів, необхідно провести оцінювання доцільності їх впровадження. В економіці одним з найпоширеніших методів такого оцінювання є метод найменшої вартості. Він полягає у проведенні аналізу всіх можливих способів досягнення мети (в даному випадку, всіх можливих заходів з енергозбереження) і

встановлення послідовності їх впровадження в порядку від найдешевших до найдорожчих. Проте такий аналіз не дає повної оцінки заходів, як і розглянуті вище технічні підходи, які базуються на економії енергії в натуральних одиницях, оскільки поруч із вартістю заходів, важливими є також такі характеристики заходів як джерело виробленої енергії, зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище, складність впровадження тощо. На формування списку доцільних до реалізації заходів з енергозбереження впливає низка критеріїв, які можна згрупувати в три групи: відносна економія енергії, яку принесуть заходи після їх реалізації, складність впровадження заходів та відносні витрати на реалізацію цих заходів. Очевидно, для різних суб'єктів, які планують запровадити заходи з енергозбереження, пріоритетними є різні цілі – зменшення витрат енергії в натуральних одиницях, зменшення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище, зменшення фінансових витрат на енергію тощо. Тому, після формування списку доцільних до реалізації заходів з енергозбереження доцільно сформулювати також рейтинговий список заходів, який би враховував пріоритетність різних критеріїв вибору цих заходів для конкретного суб'єкта. Окрім того, необхідно узгодити послідовність запровадження заходів з енергозбереження, оскільки певні заходи не можуть бути реалізовані без реалізації інших, а реалізація інших може передбачати руйнування результатів вже впроваджених заходів.[7]

Також для більш точного розуміння того які заходи потрібно впровадити відносно тієї чи іншої інженерної системи будівлі необхідно провести обстеження інженерних систем.

Обстеження інженерних систем - проведення збору та аналізу інформації щодо фактичного стану інженерних систем і їх елементів (у тому числі обладнання), за результатом якого встановлюються фактичні показники енергетичної ефективності систем та визначається їх відповідність встановленим вимогам.[5]

Метою обстеження є зниження витрат або усунення існуючих проблем (недоліків) у роботі окремої інженерної системи (індивідуального теплового пункту (ІТП), систем опалення, освітлення, вентиляції, кондиціонування, а також гарячого та/або холодного водопостачання).

Обстеження інженерних систем складається з трьох етапів:

- обстеження;
- аналіз виникнення існуючих недоліків у роботі;
- озробка технічних заходів, спрямованих на їх усунення.

Розглянемо можливі методи підвищення енергоефективності інженерних систем для об'єкту дослідження: будівлі спорткомплексу НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського. Також окремо виділимо басейн як інженерну споруду яка є споживачем великої кількості енергоресурсів.

1.3.1 Система теплопостачання та гарячого водопостачання

В системі теплопостачання задіяні три пластинчаті теплообмінники 2 великих та один малий(в роботі знаходиться один з двох великих та малий, третій стоїть у резерві). Гаряче водопостачання забезпечується КП «Київтеплоенерго». В великій та малих спортивних залах підігрів здійснюється радіаторами, які є старими, неефективними і можуть бути утилізовані а їм на заміну можна встановити, наприклад: вентилятори з тепловими елементами або інший вид більш сучасного обладнання для підігріву приміщення. Також, як заходи з підвищення енергоефективності системи теплопостачання та гарячого водопостачання можливі наступні: чистка теплообмінників(з моменту встановлення жодного разу не проводилась), термомодернізація огорожувальних конструкцій, а саме, заміна вікон, утеплення зовнішніх стін будівлі, встановлення на даху будівлі сонячних колекторів, встановлення теплового насосу.

1.3.2 Система вентиляції.

Зазвичай, вентиляція є одним із найбільших споживачів теплової та електричної енергії. Система вентиляції в спорткомплексі не функціонує, тобто, не споживає енергоресурсів. Тому з точки зору підвищення енергоефективності, вжити якихось заходів в системі вентиляції без її функціонування практично неможливо. Але з точки зору комфорту і безпеки перебування людей в будівлі вона потребує заміни, оскільки відновленню не підлягає.

1.3.3 Система електрозабезпечення та освітлення.

В будівлі спорткомплексу велика кількість споживачів електроенергії. З основних це: 5 насосів для басейну з двигунами потужністю (3 по 37 кВт, та 2 по 5 кВт), система освітлення приміщень. Можливі заходи це: заміна застарілої електропроводки, заміна ламп, встановлення на даху сонячних панелей (батареї) для забезпечення частини споживання електроенергії, заміна або модернізація двигунів насосів.

1.3.4 Басейн.

Басейни використовують для плавання, проведення змагань та виступів спортсменів. Основними чинниками які впливають на погіршення стану басейнів в процесі експлуатації басейнів є волога та явне тепло, які, за неправильної експлуатації кліматичного обладнання, спричиняють руйнування огорожувальних конструкцій, ефект «парника» та перевитрати енергії на підігрів води. Басейн складна інженерна споруда. На його функціонування витрачається багато енергоресурсів. Ресурси споживають: баки для фільтрації води, насоси для переміщення мас води, система підігріву води для оптимальної температури та інше. Захід, який підвищує енергоефективність басейну в цілому, це встановлення теплового насосу для підігріву води. А також, заміна двигунів насосів на більш енергоефективні.

1.4 Визначення доцільності впровадження заходів, їх вартості та джерел фінансування.

В умовах зростання вартості на енергоносії та значної енергоемності сучасних виробництв гостро постає проблема енергозбереження та вибору пріоритетних напрямів інвестування коштів у проекти підвищення енергоефективності підприємств. Ефективне конкурування та підвищення рентабельності підприємства в сучасних умовах можливе лише шляхом зниження собівартості продукції. Процес енергозбереження потрібно оцінювати комплексно, враховуючи всі наслідки інвестування: економічні, технічні, екологічні, організаційні, комерційні та інші.

Сучасні літературні джерела [9–13] дозволяють вибрати необхідні методи розрахунку економічної ефективності, але не охоплюють всіх критеріїв оцінки для проведення аналізу. У ДСТУ [14] наведена нормативна методика оцінки економічної ефективності енергозберігаючих заходів, але не розкрито шляхи знаходження параметру внутрішньої норми ефективності, не враховано організаційні і виробничі особливості процесу.[15]

Визначати доцільність можна при використанні показника: Простий період окупності. Він визначиться за формулою:

$$T_{ок} = \frac{З}{Е} \quad (1),$$

де Е — економія, отримана від реалізації енергозберігаючих заходів, грн.,
З — затрати на реалізацію енергозберігаючих заходів у грн.

Якщо термін окупності не більше трьох років то захід можна вважати доцільним.

Існують заходи що майже не потребують витрат, до них відносять:

- більш ощадливе використання наявних ресурсів;
- необхідне технічне обслуговування;

- закупівля палива з більш дешевого джерела;
- здійснення реконструкції систем освітлення місць загального користування із застосуванням спеціальних освітлювальних установок;
- організаційні заходи (реалізуються за допомогою пропаганди енергозбереження, що несе інформаційний характер);
- заміна лампочок розжарювання тощо.

Заходи, що сприяють середнім фінансовим затратам, характеризуються, як:

- встановлення більш ефективного опалювального та вентиляційного устаткування;
- встановлення нових (автоматичних) пристроїв керування теплого середовища в квартирі;
- навчання персоналу енергоощадним заходам;
- контроль і оперативне планування

Виконання високовитратних робіт завжди дає відчутний економічний результат та складається з:

- заміни більшості енергетичних установок;
- встановлення комплексних систем керування;
- когенерація;
- утилізація теплоти;
- утеплення захисних конструкцій: зовнішніх стін, перекриттів, підвалів;
- застосування альтернативних джерел енергії. [15]

Джерела фінансування можуть бути різноманітні. В першу чергу, оскільки будівля спорткомплексу знаходить на балансі університету, який в свою чергу є державним, то значну частку фінансування впровадження енергозберігаючих заходів та заходів із підвищення енергоефективності повинна забезпечити держава із бюджету відведеного на освітні заклади. Знаючи ситуацію із недостатністю коштів які виділяє держава, зрозуміло що необхідні додаткові джерела фінансування. Такими джерелами можуть

стати меценати, випускники університету минулих років, бізнесмени які зацікавлені в якісній підготовці кадрів на базі університету.

Висновки до розділу 1

Намагаючись визначити що ж все таки закладено в термін енергоефективності, було досліджено декілька авторитетних джерел, кожне з яких дає своє визначення цього поняття. З проміж усіх наведених у першому розділі, найбільш коректним вважаю визначення, яке наведено у Законі України «Про енергозбереження»:

Енергоефективність — характеристика обладнання, технології, виробництва або систем в цілому, що показує ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту.

До переліку інженерних систем будівлі спорткомплексу, відносяться усі ті системи які є у більшості житлових будинків та споруд, а саме: : система опалення, система вентиляції та кондиціонування, система гарячого та холодного водопостачання, система каналізації, а також система електрозабезпечення та освітлення. Їх характеристики та стан були описані в розділі. Основною особливістю наявних інженерних систем будівлі, можна назвати їх застарілість та зношеність, оскільки їх реконструкцією та вдосконаленням не займалися з часів зведення будівлі.

Найбільший об'єм енергоресурсів споживає система тепlopостачання та електропостачання. Тепло в першу чергу в великій кількості витрачається на опалення, оскільки площа будівлі велика і є багато приміщень з світлопрозорими огорожуючими конструкціями через які втрачається багато тепла. Електрична енергія витрачається активно, по причині наявності споживачів які є неенергоефективними, такі наприклад як насоси для підкачки води в басейн або вентиляція. Найбільшу ж частку цих енергоресурсів споживає приміщення басейну. Заходи для підвищення

енергоефективності доцільно впровадити саме до інженерних систем які забезпечують функціонування басейну.

2. СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ БУДІВЛЕЮ СПОРТКОМПЛЕКСУ. ОПИС ХАРАКТЕРИСТИК ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЛІ.

2.1. Загальні відомості про стан та характеристики будівлі спорткомплексу університету.

Корпус №24 знаходиться за адресою НТУУ "КПІ": вул. Верхньоключова, 1/26 (стара адреса - вул. Польова, 38). Корпус побудований в 1983 році. За формою будівля є п-подібною з нижньою перемичкою. Всього в будівлі є п'ять надземних поверхів, та один повноцінний підвальний поверх в якому розташовані теплопункт з теплообмінниками, бочки для фільтрації води, пункт управління системою вентиляції, насоси, електрощитові, труби що несуть гарячу та холодну воду та інші агрегати і пристрої які забезпечують повноцінне функціонування інженерних систем будівлі. Велику площу огорожуючих конструкцій займають вікна та двері різних типів, більшість з них є такими, які потрібно замінити або відремонтувати, досить великі тепловтрати відбуваються через великі віконні площі в приміщення великого басейну. Основним споживачем енергоресурсів є великий басейн та його допоміжні приміщення, такі як: душові, роздягалки та службові приміщення. З огляду на це було прийнято рішення приділити найбільшу увагу впровадженню заходів підвищення енергоефективності систем що забезпечують роботу басейну. На рисунках 2.1 та 2.2 зображено зовнішній вигляд будівлі спорткомплексу.



Рисунок 2.1 Зовнішній вигляд спорткомплексу «КПІ ім. Ігоря Сікорського» зі сторони басейну.



Рисунок 2.2 Зовнішній вигляд спорткомплексу «КПІ ім. Ігоря Сікорського» з центрального входу.

Загальна площа зовнішніх стін будівлі спорткомплексу складає 5025 м². Стіни не є утепленими, зовнішні і внутрішні стіни це суцільна кладка з повнотілого червоного кирпича.

Загальна площа вікон будівлі спорткомплексу складає 4420 м². Вікна різних розмірів, в основному в металевих рамах, часто між вікнами та стінами є зазори які сформувалися внаслідок старіння матеріалів та

впливу зовнішніх факторів. Двері аналогічно вікнам є в основному металевими і неефективними в плані збереження енергії.

Площа даху будівлі складає 6050 м². Дах плаский встелений ізоляційним руберойдом та утеплений пінопластом ще під час будівництва спорткомплексу. Дах спорткомплексу є прекрасним місцем для встановлення сонячних панелей оскільки поруч немає таких будівель які би його сильно затіняли.

Центр фізичного виховання і спорту включає в себе 2 басейни (великий, навчальний), 8 спортивних залів, тир для кульової стрільби, великий стадіон, футбольне поле зі штучним покриттям і тренувальне поле для гри в регбі. На рисунку 2.3 можна побачити приміщення великого спортзалу.



Рисунок 2.3 Спортзал для гри в баскетбол.

А також такі зали, як: зал аеробіки, зал боротьби та боксу (рисунок 2.4), зал ЛФК, зал спортивної гімнастики (стрибки на батуті, акробатика), зал підготовки до плавання, зал важкої атлетики, тренажерний зал, гральна зала, футбольне поле, зал тир, буфет, салон краси. Більшість спортивних

залів та Басейни обладнані також роздягальнями, та санвузлами(душові, туалети, умивальники)



Рисунок 2.4 Зал боротьби та боксу.

2.2 Загальні відомості про приміщення басейну.

Об'єм основного блоку басейну – 44400 м³, в ньому розміщені зал басейну та допоміжні приміщення. Корпус басейну обладнаний системами водяного опалення з поділом на окремі гілки для обслуговування різномірних по експлуатаційному режиму груп приміщень. По всьому периметру залу встановлені прибори опалення. На зашкленій стіні це пластинчасті конвектори в гладких кожухах, на глухих стінах це радіатори «Москва-140» на висоті 2-2.5 м від підлоги, в якості теплоносія в внутрішній мережі приймається вода 95⁰С. Внутрішня температура в приміщенні повинна бути 26⁰С. В корпусі басейну функціонує припливно-втяжна вентиляція, спроектована по схемі зверху-вниз. Для можливості регулювання витрат повітря є декілька припливних установок. Повітря подається через перфоровану стелю по всій її площі.

На рисунку 2.5 показано зображення великого басейну. З даного рисунку легко зробити висновок про розміри та оснащеність приміщення басейну.

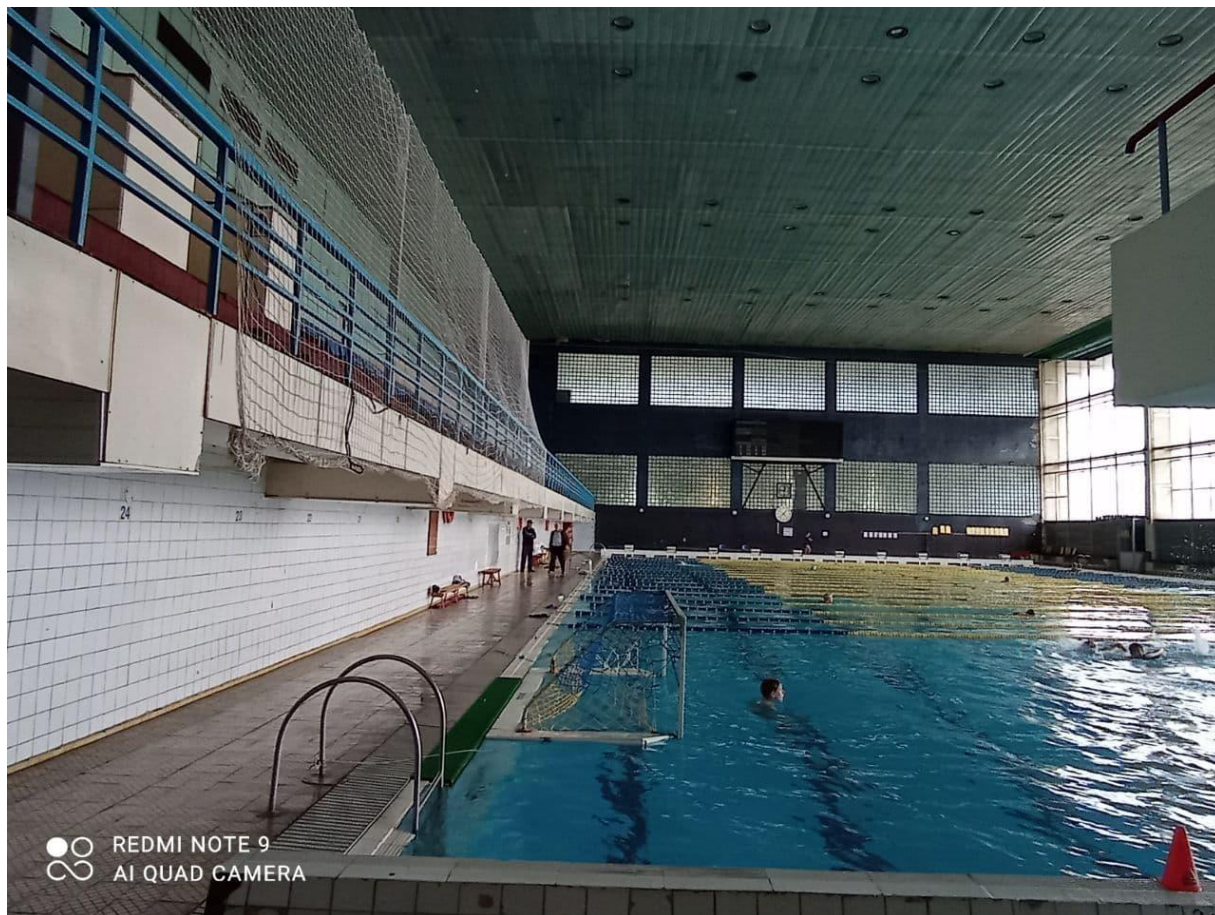


Рисунок 2.5 Великий басейн спорткомплексу «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

2.3 Споживання енергоресурсів.

2.3.1 Споживання електроенергії

Нижче наведено споживання електричної енергії. На жаль за деякі місяці споживання відображено не повністю по причині недосконалого ведення обліку. На рисунку 2.6 показано графік споживання електричної енергії.

Використовуючи дані по споживанню електричної енергії отримані у відділі енергоменеджменту університету за 3 останні роки, а саме 2017, 2018, 2019 сформовано таблицю 2.1

Таблиця 2.1 – Річне споживання електричної енергії

| Електроенергія | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Місяць | 2017 | | 2018 | | 2019 | |
| | кВт· год | грн | кВт· год | грн | кВт· год | грн |
| Січень | 58640 | 117860,54 | 62280 | 134100,05 | 55960 | 132803,15 |
| Лютий | 71960 | 147417,26 | 66160 | 142588,03 | 59320 | 140777,04 |
| Березень | 58480 | 115977,54 | 66960 | 144211,75 | 55080 | 130714,75 |
| Квітень | 61960 | 119136,69 | 60680 | 138939,00 | 59320 | 140931,51 |
| Травень | 46040 | 89395,87 | 20680 | 47351,00 | 46080 | 109476,13 |
| Червень | 30800 | 59696,56 | 19680 | 45061,30 | 20440 | 48561,02 |
| Липень | 7240 | 14231,67 | 7640 | 17476,50 | - | - |
| Серпень | 7680 | 14973,70 | 5680 | 12993,00 | - | - |
| Вересень | 37560 | 73577,79 | 21080 | 48221,26 | - | - |
| Жовтень | 57920 | 114288,9 | 27800 | 63130,46 | - | - |
| Листопад | 71200 | 139732,8 | 60400 | 137161,15 | - | - |
| Грудень | 69640 | 137986,8 | 61724 | 140167,80 | - | - |
| Всього | 579120 | 1144276,13 | 480764 | 1071401,29 | 296200 | 703263,60 |

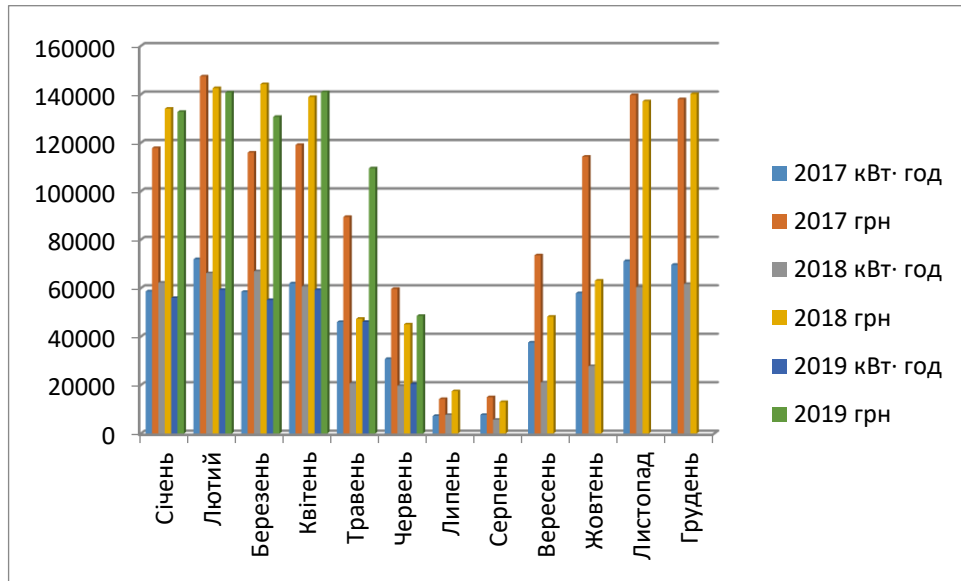


Рисунок 2.6 – Графік споживання електричної енергії

З наведених вище даних, можна зробити висновок, що споживання електроенергії є нерівномірним, літом споживання зменшується оскільки в корпусі знаходиться менше людей і використовується менше обладнання що споживає електроенергію.

Для розрахунку електричного навантаження приміщення басейну необхідно визначити усіх споживачів електроенергії в ньому.

Усіх споживачів та їх характеристики зведемо в таблицю 2.2

Таблиця 2.2 Споживачі електроенергії в приміщенні басейну

| Споживачі електричної енергіїспоживачі | Кількість, шт | Потужність P_n , кВт | $P_{n,\Sigma}$, кВт |
|--|---------------|---------------------------|-------------------------|
| 1. Лампа люмінесцентна | 96 | 0,036 | 3,456 |
| 2. Насос К 250/50 | 3 | 28,9 | 86,7 |

Сумарну потужність одного виду електроприймачів визначаємо за формулою:

$$P_{n,\Sigma} = P_n \cdot n,$$

де P_n – номінальна потужність одного електроприймача, кВт;

n – кількість електроприймачів, шт.

Проміжну потужність визначаємо за формулою:

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{н.}\Sigma} \cdot K_{\text{в}},$$

$$Q_{\text{пр}} = P_{\text{пр}} \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

де $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання;

$\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності.

Значення групового коефіцієнта використання визначаємо як середнє арифметичне:

$$K_{\text{в}} = \frac{\sum K_{\text{в}}}{96}$$

Ефективне число електроприймачів ($n_{\text{е}}$) визначаємо за формулою:

$$n_{\text{е.р.}} = \frac{(\sum P_{\text{н.і.}})^2}{\sum n \cdot P_{\text{н.і.}}^2}$$

де $P_{\text{н max}}$ – номінальна потужність найбільш потужного ЕП групи, кВт.

де $\sum_{i=1}^n P_{\text{н.і.}}$ - сума номінальних потужностей всіх споживачів кВт,

P - номінальна потужність споживача кВт,

m – кількість споживачів,

n – кількість однотипних споживачів.

Визначаємо коефіцієнт розрахункового навантаження в функції від групового коефіцієнту використання і ефективного числа ЕП. Коефіцієнт $K_{\text{р}}$ вибирається в залежності від розрахункової точки на підставі відповідних довідкових даних.

Розрахункова активна потужність визначається за формулою:

$$P_{\text{р}} = K_{\text{р}} \cdot P_{\text{пр}},$$

Розрахункова реактивна потужність, оскільки $n_{\text{е}} \geq 10$, визначається за формулою:

$$Q_{\text{р}} = \sum Q_{\text{пр}},$$

Повну потужність знайдемо за формулою:

$$S_{\text{р}} = \sqrt{P_{\text{р}}^2 + Q_{\text{р}}^2},$$

Піля визначення електричного навантаження та потужності електроприймачів можна скласти баланс споживання електричної енергії в будівлі спорткомплексу.

2.3.2 Споживання холодної води

Використовуючи дані по споживанню холодної води за 3 останні роки, а саме 2017, 2018, 2019 складаємо таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Річне споживання холодної води

| Холодна вода | | | | | | |
|---------------------|-------------|-----------------|-------------|----------------------|-----------------|----------------------|
| Місяць | 2017 | | 2018 | | 2019 | |
| | м³ | грн. | м³ | грн. | м³ | грн. |
| Січень | 3672 | 45341,86 | 1404 | 19 919,59 | 2 529,00 | 46 433,74 |
| Лютий | 3301 | 40760,75 | 1360 | 19 290,24 | 2 740,00 | 52 207,56 |
| Березень | 3814 | 47095,27 | 1360 | 19 290,24 | 3 513,00 | 71 743,90 |
| Квітень | 4657 | 57504,64 | 4260 | 60 423,84 | 3 974,00 | 81 014,98 |
| Травень | 3747 | 47088,22 | 1993 | 28 268,71 | 4 026,00 | 82 074,53 |
| Червень | 1722 | 24466,18 | 1416 | 20 084,54 | 1 434,00 | 29 239,56 |
| Липень | 779 | 11068,03 | 1522 | 22 802,60 | 1 279,00 | 26 105,73 |
| Серпень | 1316 | 18697,73 | 1153 | 18 194,34 | 805,00 | 16 441,39 |

Продовження таблиці 2.3

| | | | | | | |
|-----------------|--------------|------------------|--------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Вересень | 1448 | 20573,18 | 3135 | 49 470,30 | 5 179,00 | 105 567,95 |
| Жовтень | 1316 | 18697,73 | 1701 | 26 841,78 | 2 638,00 | 53 794,47 |
| Листопад | 1229 | 17461,63 | 1394 | 25 272,77 | 4 636,00 | 94 503,89 |
| Грудень | 1404 | 19948,03 | 3406 | 62 288,93 | 3 558,00 | 73 328,44 |
| Всього | 28405 | 288138,48 | 24104 | 372 147,89 | 36 311,00 | 732 456,13 |

Далі на рисунку 2.7, зобразимо графік споживання води за місяцями

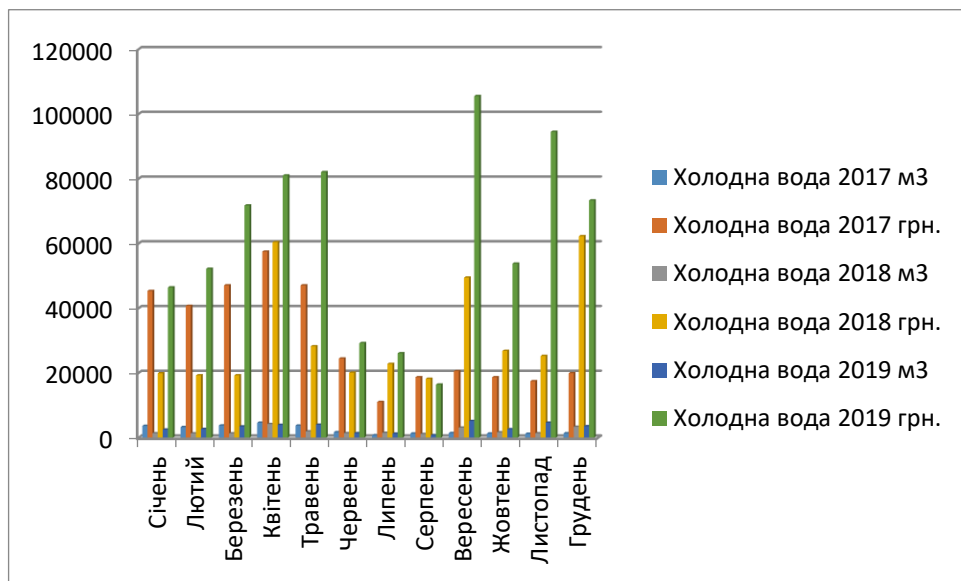


Рисунок 2.7. – Графік споживання води

З графіку та таблиці споживання води видно що влітку споживання спадає оскільки менше людей знаходиться в корпусі в літні місяці.

2.3.3 Споживання теплової енергії

Використовуючи дані по споживанню теплової енергії за 3 останні роки, а саме 2017, 2018, 2019 складаємо таблицю 2.4

Згідно з даними КТЕ площа опалювальних приміщень 24 корпусу складає 19923,0 кв.м

Таблиця 2.4 – Споживання теплової енергії

| № | Місяць | 2017 | | 2018 | | 2019 | |
|----|----------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| | | Гкал. | Грн. | Гкал. | Грн. | Гкал. | Грн. |
| 1 | Січень | 326,02 | 503152,93 | 460,98 | 743677,99 | 586,84 | 1073533,50 |
| 2 | Лютий | 487,05 | 674017,88 | 202,75 | 138373,23 | 490,67 | 894190,37 |
| 3 | Березень | 231,99 | 321052,51 | 363,31 | 602782,84 | 357,64 | 651758,72 |
| 4 | Квітень | 78,94 | 109216,65 | 235,23 | 390254,04 | 198,95 | 362557,34 |
| 5 | Травень | 212,94 | 294611,01 | 0,00 | 0,00 | 84,63 | 154229,03 |
| 6 | Червень | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | Липень | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 432,24 | 787707,80 |
| 8 | Серпень | 62,88 | 83525,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | Вересень | 11,86 | 15754,11 | 0,00 | 0,00 | 33,71 | 61436,48 |
| 10 | Жовтень | 18,00 | 23910,12 | 0,00 | 0,00 | 326,23 | 594516,03 |
| 11 | Листопад | 193,81 | 257473,43 | 271,29 | 506363,65 | 226,15 | 412126,27 |
| 12 | Грудень | 1055,10 | 1401858,09 | 434,14 | 810323,49 | 386,04 | 562805,59 |
| Σ | Всього | 2678,59 | 3684572,04 | 1562,20 | 2915028,78 | 2470,63 | 4365829,08 |

Далі на рисунку 2.8, зобразимо графік споживання тепла за місяцям



Рисунок 2.8 – Графік споживання теплової енергії

Аналізуючи дані таблиці 2.4 та графіку зображеного на рисунку 2.8, можна спостерігати зменшення споживання теплової енергії в теплі місяці року, це пов'язано з тим що температура в приміщеннях є задовільною і тепло на опалення не витрачається. В зимові місяці досить велике споживання оскільки значна кількість тепла витрачається і на опалення і на підігрів води у басейні.

2.4 Профіль витрат енергії

Споживання за 2017, 2018, та 2019 роки зводимо в таблицю 2.5 та покажемо, скільки витрачається енергії на кожен енергоресурс від загального споживання.

Таблиця 2.5 Профіль витрат енергії

| Рік | Показник | Електро | тепло | вода |
|------|---------------|------------|---------|-----------|
| 2017 | кВт год | 579120 | 3115200 | |
| | % | 15,6 | 84,4 | |
| | кошти, грн | 1144276,13 | 3684572 | 288138,48 |

Продовження таблиці 2.5

| | | | | |
|------|---------------|------------|---------|------------|
| | % | 22,4 | 72 | 5,6 |
| 2018 | кВТ год | 480764 | 1816838 | |
| | % | 20,9 | 78,1 | |
| | кошти, грн | 1071401,29 | 2915028 | 372 147,89 |
| | % | 24,7 | 66,8 | 8,5 |
| 2019 | кВТ год | 296200 | 2873342 | |
| | % | 9,34 | 90,66 | |
| | кошти, грн | 703263,6 | 4365829 | 732 456,13 |
| | % | 12,1 | 75,3 | 12,6 |

2.5 Розрахунок втрат теплоти через огорожувальні конструкції

Теплотехнічний розрахунок являє собою розрахунок втрат теплоти через зовнішні ОК (огорожувальні конструкції). Розрахунок базується на врахуванні теплоізоляційних властивостей матеріалів, з яких виконаний огорожувальні конструкції, враховано товщину слою кожного з матеріалів, орієнтації огорожувальних конструкцій відповідно до сторін світу.

Для виконання теплового розрахунку проводиться обстеження стін, даху, вікон та дверей приміщення басейну. Визначається склад стін, усі види вікон та дверей, вид покрівлі на даху і таке інше.

За допомогою вимірювань і наданих на об'єкті документів, були встановлені всі геометричні розміри, що будуть використані в розрахунку потужності системи опалення. Теплофізичні коефіцієнти взяті з довідкової літератури.

Втрати теплоти через огорожувальні конструкції будівлі визначаються за формулою:

$$Q = F \cdot K \cdot (t_{\text{вн.}} - t_{\text{р.о.}}) \cdot \eta, \quad (2.1)$$

де F – площа огорожувальних конструкцій, м^2 ;

K – коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

$t_{\text{вн.}}$ – температура всередині приміщення, $t_{\text{вн.}} = 18^\circ\text{C}$;

$t_{\text{р.о.}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, приймається рівною температурі найхолоднішої п'ятиденки, $t_{\text{р.о.}} = -22^\circ\text{C}$ для першої температурної зони, в якій знаходиться місто Київ;

η – коефіцієнт, який враховує зменшення розрахункової різниці температур, залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря.

Для виконання теплового розрахунку проведеться обстеження стін, даху, вікон та дверей приміщення басейну. Визначається склад стін, усі види вікон та дверей, вид покрівлі на даху і таке інше.

2.5.1 Обстеження зовнішніх стін

Зовнішні стіни будівлі виконані із глиняної цегли товщиною 0,51 м, керамічної плитки товщиною 0,011 м та шару цементно-піщаної штукатурки товщиною 0,01 м. Зовнішній фасад не має очевидних пошкоджень. Розрахуємо термічний опір стін та порівняємо з нормативним значенням для I температурної зони:

Загальна площа зовнішніх стін складає $F_c = 1286 \text{ м}^2$

Склад стін будівлі:

- керамічна фасадна плитка;
- кладка цегляна з повнотілої глиняної цегли на цементно-піщаному розчині;
- цементно-піщана штукатурка.

Сумарний термічний опір глухих стін розраховується за формулою:

$$R_c = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2},$$

де :

δ_1 - товщина шару цементно-піщаної штукатурки, $\delta_1 = 0,01\text{м}$;

λ_1 - теплопровідність цегли цементно-піщаної штукатурки, $\lambda_1 = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{К}}$;

δ_2 - товщина кладки цегляної, $\delta_2 = 0,51\text{м}$;

λ_2 - теплопровідність цегли на цементно-піщаному розчині, $\lambda_2 = 0,81 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{К}}$

δ_3 - товщина керамічної плитки, $\delta_3 = 0,011\text{м}$;

λ_3 - теплопровідність керамічної плитки, $\lambda_3 = 1,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^\circ\text{К}}$;

α_1 - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішньої сторони будівлі, $\alpha_1 = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$

α_2 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішньої сторони будівлі, $\alpha_2 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$.

$$R_c = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,011}{1,1} + \frac{1}{23} = 0,81 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} .$$

Місто Київ належить до I температурної зони [18]. Для I зони, значення мінімального термічного опору для стін [19]:

$$R_{q\min} = 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} ; \quad R_{q\min} > R_{cm} .$$

Значення термічного опору не відповідають нормативним. Тому рекомендується виконати утеплення фасадів.

Коефіцієнт теплопередачі стіни, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, визначатимемо за формулою:

$$K_{\text{з.ст.}} = \frac{1}{R_c} . \quad (2.2)$$

Підставивши дані в формулу (2.2), маємо:

$$K_{3.ст.} = \frac{1}{0,81} = 1,235 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

Підставивши дані у формулу (2.1), отримаємо втрати теплоти через зовнішні стіни:

$$\begin{aligned} Q_{3.ст.} &= (F_{3.ст.} - F_B - F_{дв}) \cdot K_{3.ст.} \cdot (t_{вн.} - t_{р.о.}) \cdot \eta = \\ &= (2024 - 708 - 30) \cdot 1,235 \cdot 22 \cdot 1,05 = 36687,7 Вт. \end{aligned}$$

Результати розрахунків наведено в таблицях 2.6

2.5.2 Обстеження вікон

Загальна площа вікон складає $F_B = 576 \text{ м}^2$. Вікна в будинку є двох типів. 2 тип: металеві вікна з одинарним склінням. Тоді термічний опір металевих вікон:

$$R_M = 0,52 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}.$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для вікон [15]:

$$R_{q\min} = 0,75 \frac{м^2 \cdot К}{Вт}; \quad R_{q\min} > R_{д}; R_{q\min} > R_M.$$

Значення термічного опору не відповідають нормативним. Навіть нові встановлені пластикові вікна не відповідають мінімальному нормативному значенню термічного опору.

Знайдемо коефіцієнти теплопередачі, $Вт/(м^2 \cdot К)$, вікон за формулою:

$$K_{в.і} = \frac{1}{R_{в.і}}. \quad (2.2)$$

Підставивши у формулу (2.2) відповідні значення, маємо:

$$K_M = \frac{1}{0,52} = 1,92 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}.$$

Підставивши у формулу (2.1) дані, отримаємо втрати теплоти через вікна:

$$Q_M = 5576 \cdot 1,92 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1,05 = 30335,7 Вт;$$

Результати розрахунків наведено в таблицях 2.6

2.5.3 Обстеження даху

Площа даху приміщення басейну 1092м². Конструкція даху складається з наступних шарів:

Залізобетонні блоки товщиною $\delta = 0,22\text{м}$, теплопровідність $\lambda = 1,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$

Шар руберойду товщиною $\delta = 0,22\text{м}$, теплопровідність $\lambda = 0,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;

Шар бітуму товщиною $\delta = 0,22\text{м}$, теплопровідність $\lambda = 0,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;

Термічний опір даху складає:

$$R_{\text{дах}} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,7} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,005}{0,2} + \frac{1}{23} = 0,34 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Для І зони, значення мінімального термічного опору для даху [19] :

$$R_{q\min} = 4,95 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} ; \quad R_{q\min} > R_{\text{дах1}}.$$

Значення термічного опору не відповідає нормативному. Тому рекомендовано провести утеплення даху.

Коефіцієнт теплопередачі, $\frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{К})}$, даху визначається за формулою:

$$K_{\text{дах}} = \frac{1}{R_{\text{дах}}} \quad (2.2)$$

Підставивши у формулу (2.2) дані, маємо:

$$K_{\text{дах}} = \frac{1}{0,34} = 2,94 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Втрати теплоти через дах:

$$Q_{\text{дах}} = 2,94 \cdot 1092 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1,05 = 74160,5 \text{Вт}.$$

Результати розрахунків наведено в таблицях 2.6

2.5.4 Обстеження дверей

Площа усіх п'яти зовнішніх дверей складає $F_d=30\text{м}^2$. Їхній термічний опір складає:

$$R_{\partial z} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_d}{\lambda_d} + \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{70} + \frac{1}{23} = 0,159 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

де $\delta_d=0,05\text{м}$ - товщина дверей;

$\lambda_d=70 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$ - теплопровідність заліза.

Для І зони, значення мінімального термічного опору для залізних дверей [19] :

$$R_{q\min} = 0,5 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} ; \quad R_{q\min} > R_{\partial z}.$$

Значення термічного опору для пластикових дверей відповідає нормативному, для залізних – не відповідає. Тому рекомендується заміна вхідних залізних дверей на більш енергоефективні або утеплення цих дверей.

Коефіцієнт теплопередачі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$, дверей визначатимемо за формулою:

$$K_{\text{дв}} = \frac{1}{R_{\text{дв}}} \quad (2.2)$$

Підставивши у формулу (2.2) дані, маємо:

$$K_{\text{дв}} = \frac{1}{0,159} = 6,29 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

Підставивши у формулу (2.1) дані, отримаємо втрати теплоти через двері:

$$Q_{\text{дв}} = 30 \cdot 6,29 \cdot 22 \cdot 1,05 = 4359\text{Вт};$$

Результати розрахунків наведено в таблицях 2.6

Таблиця 2.6 – Результати розрахунків коефіцієнтів теплопередачі ОК.

| ОК | Шар | δ , м | λ , Вт/м·К | $\alpha_{вн}$, Вт/м·К | $\alpha_{з}$, Вт/м·К | R, Вт/м·К | K, $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$ |
|-------|----------------------|--------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|--------------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ЗС | Залізобетонна панель | 0,35 | 2,04 | 8,7 | 23 | 0,365 | 2,743 |
| | Штукатурка | 0,01 | 0,9 | | | | |
| | Облицювальна плитка | 0,02 | 0,81 | | | | |
| B_M | Сталь | 0,01 | 70 | | | 0,29 | 3,45 |
| Вс | Скло | | | | | | |
| Дах | Залізобетонні плити | 0,22 | 2,04 | | | 1,629 | 0,614 |
| | Руберойд | 0,005 | 0,17 | | | | |
| | Керамзит | 0,2 | 0,15 | | | | |
| Двері | Сталь | 0,01 | 70 | | | 0,29 | 3,45 |

В таблиці 2.7 показано різницю між показниками термічного опору огорожуючих конструкцій, які наявні в даний час в приміщенні басейну спорткомплексу та нормативними показниками термічних опорів огорожуючи конструкцій.

Таблиця 2.7 – Різниця між нормативними та розрахунковими термічними опорами ОК.

| Назва ОК | R, $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$ | R*, $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$ | Δ , $\frac{м^2 \cdot К}{Вт}$ |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Зовнішні стіни | 0,89 | 3,3 | 2,41 |
| Скляні вікна | 0,4 | 0,75 | 0,35 |
| Металеві вікна | 0,52 | 0,75 | 0,23 |
| Дах | 0,34 | 4,95 | 4,61 |

Продовження таблиці 2.7

| | | | |
|-------|-------|-----|-------|
| Двері | 0,159 | 0,5 | 0,341 |
|-------|-------|-----|-------|

У вигляді кругової діаграми складемо баланс втрат тепла житлового будинку і наведемо його на рисунку 2.9

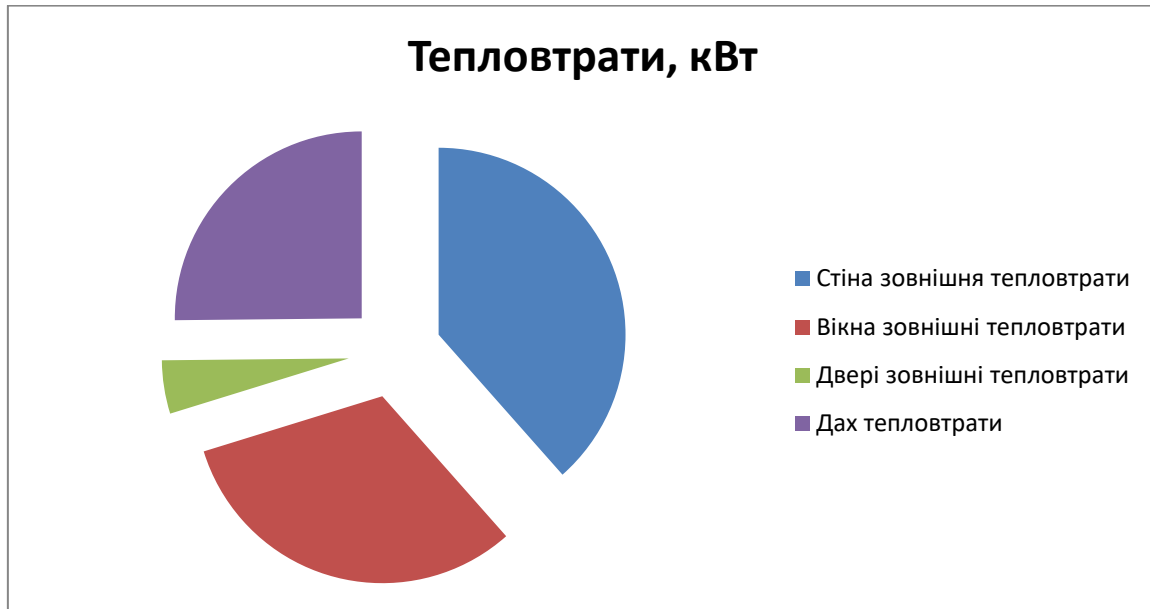


Рисунок 2.9 Баланс втрат тепла в житловому будинку

З даної діаграми, видно, що найзатребуваніший енергоресурс на який витрачається найбільше коштів, це тепла енергія.

2.6 Тепловізійне обстеження

Проведено тепловізійну зйомку з метою виявлення місць найбільших теплових втрат.

На рисунку 2.10 зображено радіатора у три ряди, які опалюють приміщення басейну, а на рисунку 2.11 тепловізійну зйомку тих самих радіаторів.



Рисунок 2.10 Радіатори опалення

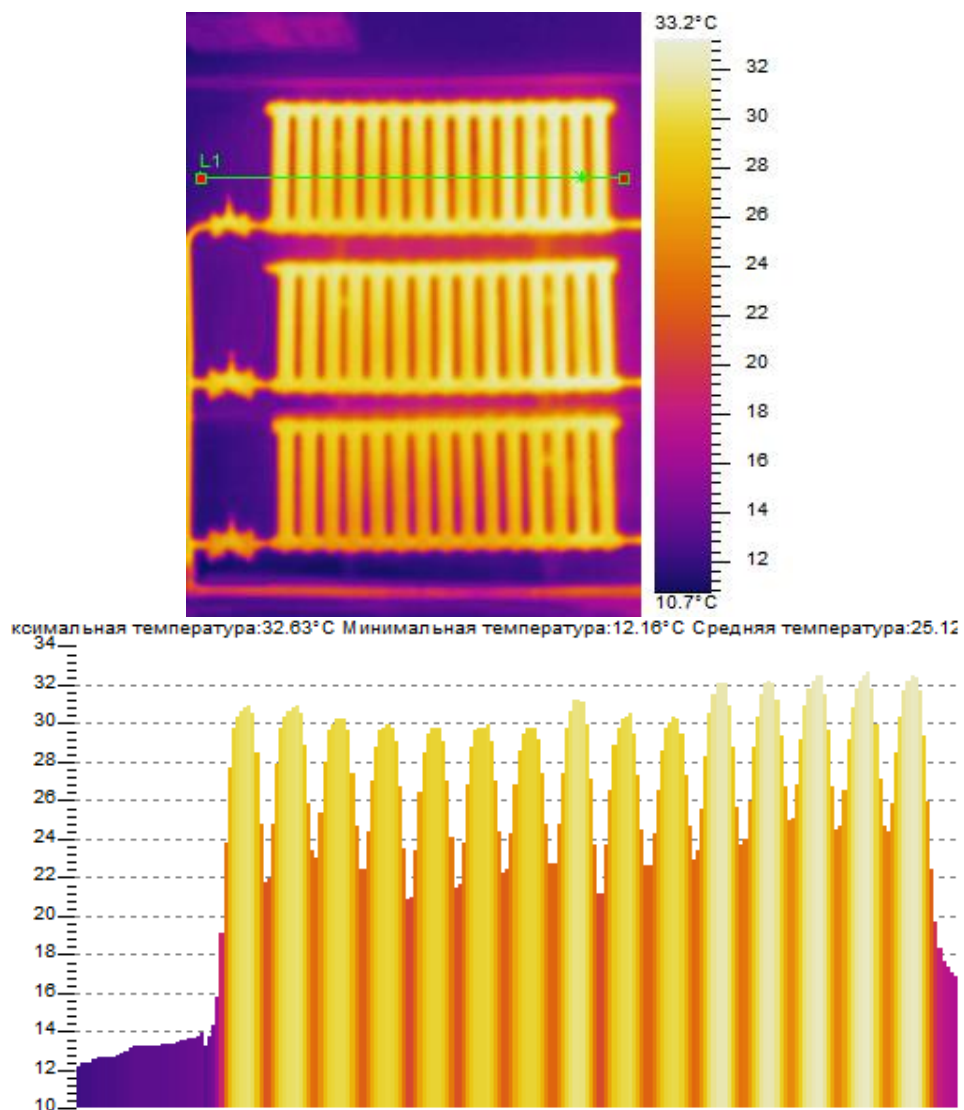


Рисунок 2.11 Радіатори опалення фото з тепловізора

На знімках з тепловізора можна побачити що радіатори не забруднені всередині і не потребують чистки, оскільки перепаду температур в секціях не спостерігається, це можна побачити по діаграмі зміни температур нарисованої лінії.

Далі показано звичайне фото одного з вікон приміщення басейну (рис. 2.12) та фото з тепловізора разом із діаграмою зміни температур за нарисованою лінією (рис. 2.13)



Рисунок 2.12 Вікно в приміщенні басейну

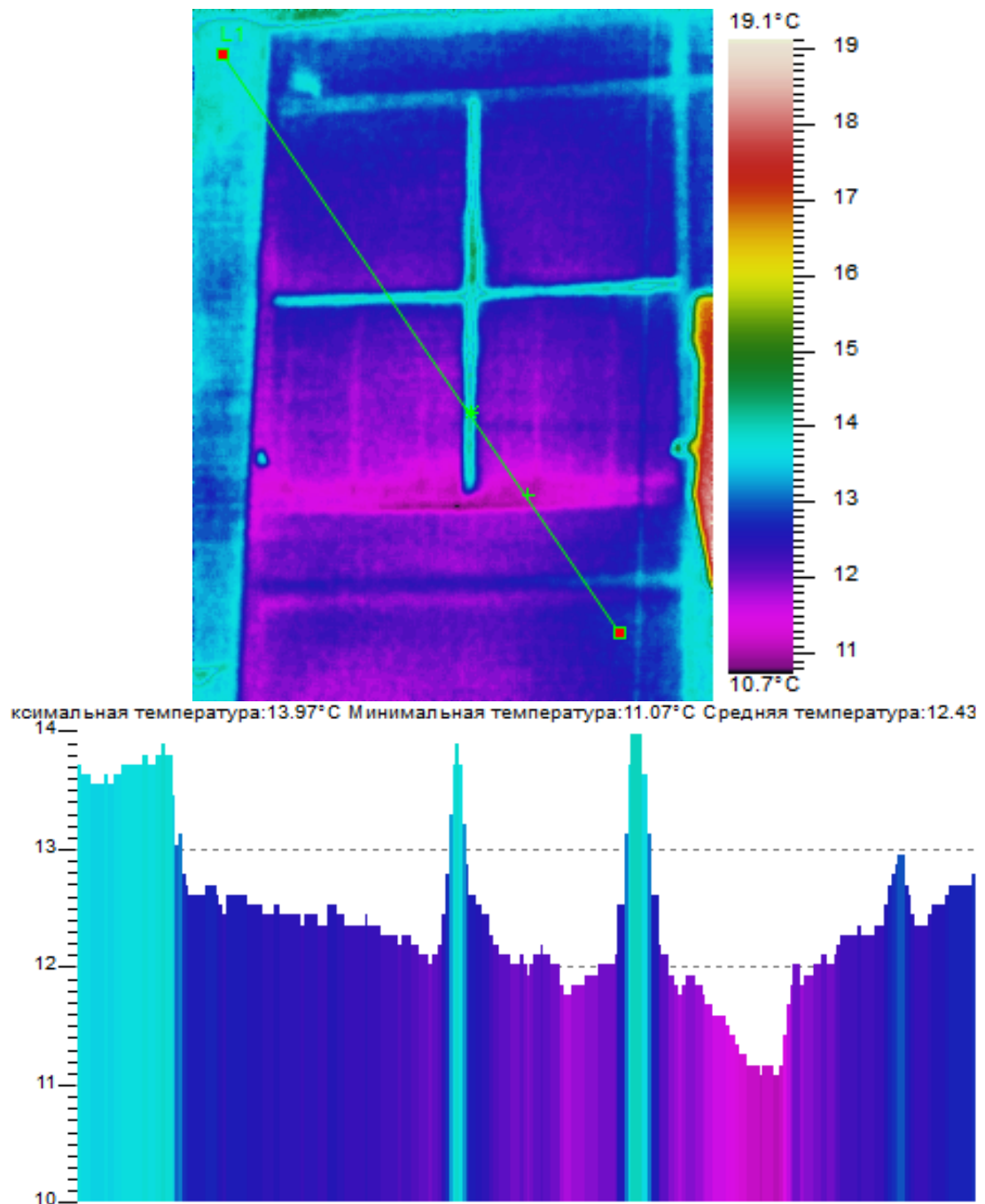


Рисунок 2.13 Вікно та діаграма температури проведеної лінії

На рисунку 2.13 можна побачити наскільки низькою є температура вікон всередині приміщення. Це доводить що металеві вікна дійсно створюють великі тепловтрати і їх заміна є необхідним заходом для підвищення енергоефективності.

На рисунках 2.14 та 2.15 зображено звичайну та тепловізійну зйомку однієї із зовнішніх дверей приміщення басейну.



Рисунок 2.14 Одні із зовнішніх дверей приміщення басейну

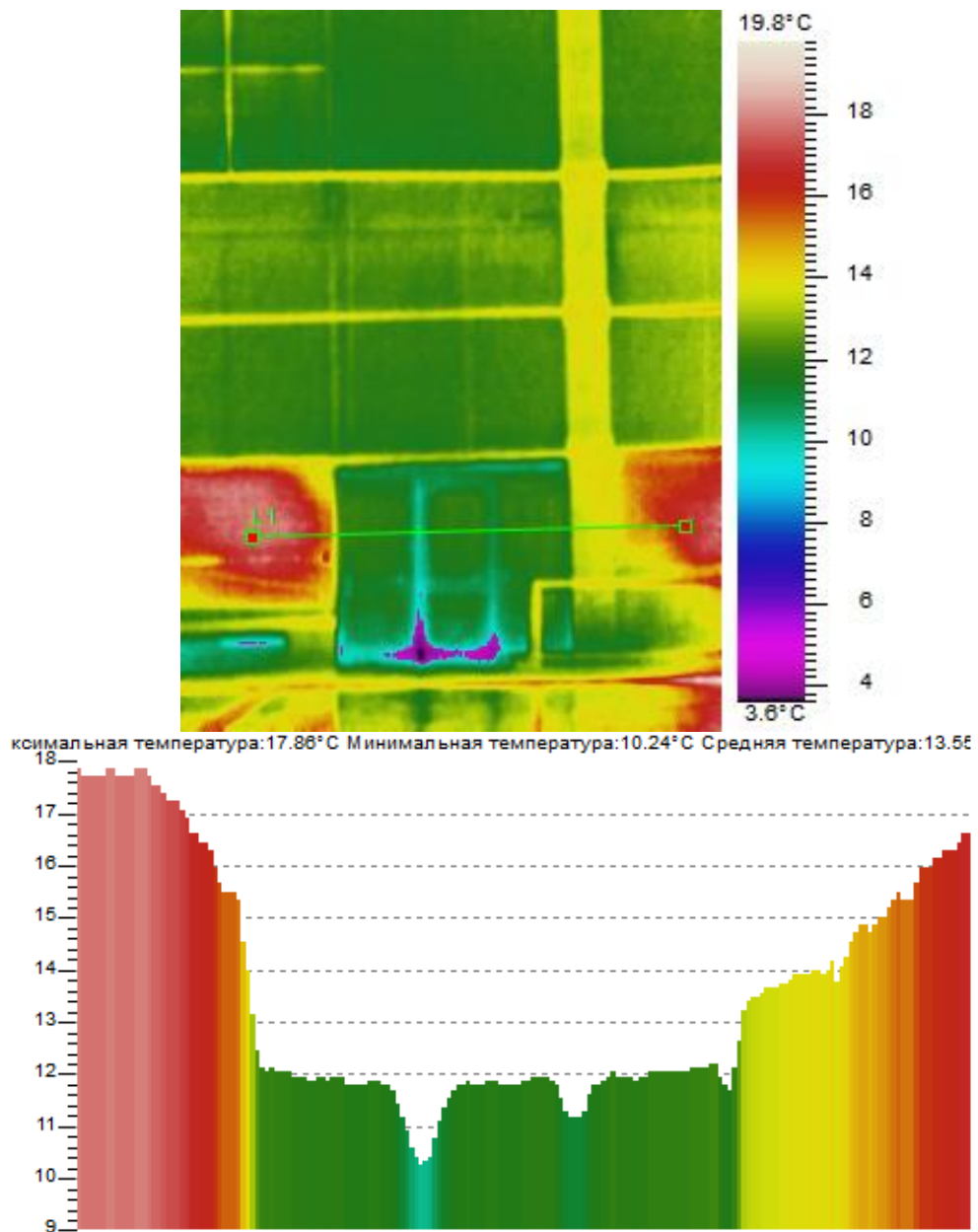


Рисунок 2.15 Двері фото з тепловізора та діаграма температури проведеної лінії

Захід по заміні дверей також можна вважати доцільним. З фото та графіку лінії проведеної від стіни по дверях та до іншої стіни, чітко видно перепади температур, особливо в місцях корпусу залізних дверей. Ці двері також створюють сильні тепловтрати, при їх заміні ці тепловтрати значно зменшаться, що дозволить витратити менше енергії на опалення, що в свою чергу дозволить економити кошти.

На (рис 2.16) можна побачити теплообмінник та його фото зроблене на тепловізор (рис. 2.17).



Рисунок 2.16 Один з теплообмінників що працюють в спорткомплексі

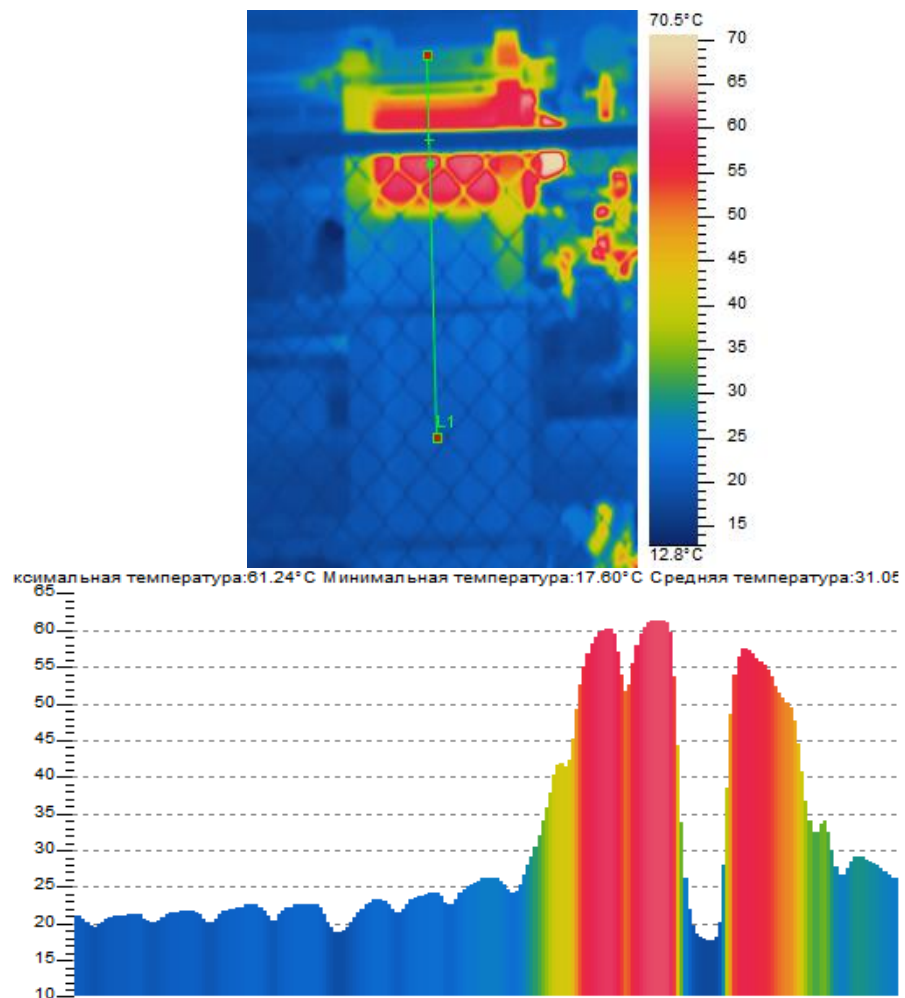


Рисунок 2.17 Теплообмінник фото з тепловізора та діаграма температури проведеної лінії

Діаграма проведеної лінії зверху до низу теплообмінника дає змогу зрозуміти, чому саме було запропоновано як захід промивку теплообмінників. Видно що дуже мала частина робочого простору пластин задіюється в підігріві води, це свідчить про сильну забитість теплообмінника, те саме можна сказати і про два інші теплообмінники, оскільки вони було встановлені одночасно.

Висновки до розділу 2

Загальні відомості про стан та характеристики будівлі спорткомплексу університету та окремі специфічні відомості про приміщення басейну. Проведено аналіз споживання теплової та електричної енергії а також холодної води, за 2017, 2018 та 2019 роки. Профіль витрат енергоресурсів показано у (табл.. 2.5), проаналізувавши таблицю можна дійти висновку що найбільшу частку коштів для функціонування приміщення басейну, університет витрачає на теплову енергію, від 70% до 80% від загальних витрат на енергоресурси.

Також проведено розрахунок втрат теплоти через огорожуючі конструкції, такі як стіни та дах, та світлопрозорі огорожуючі конструкції, а саме двері та вікна. Результати розрахунків зведено до таблиці 2.6.

Для кращого розуміння де відбуваються втрати теплоти також було проведено тепловізійну зйомку частин будівлі, таких як радіатори опалення, вікна, двері, зовнішні стіни та теплообмінники. Проаналізувавши усі отримані дані було прийнято рішення які саме заходи з підвищення енергоефективності будуть найбільш вдалим та економічно вигідними.

3 РОЗРАХУНОК ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ СПОРТКОМПЛЕКСУ.

3.1. Встановлення теплового насосу для забезпечення тепlopостачання великого басейну та його допоміжних приміщень.

Призначення теплових насосів - опалення та охолодження. Додаткова функція - нагрів води для використання в побуті або на виробництві. Це найбільш функціональне обладнання в порівнянні з будь-якими котлами або кондиціонерами.

Працює тепловий насос дуже економно, адже він витрачає енергію тільки на роботу компресора і циркуляційних насосів. Енергоефективність теплових насосів дуже висока. Коефіцієнт перетворення енергії досягає 4-6 і навіть вище. Це означає, що кожен використовуваний кіловат енергії, перетворюється тепловим насосом в 3-5 кіловат тепла, що йде на обігрів будинку або на нагрів води.

Для обігріву приміщення басейну та догріву води в басейн до нормативної температури за 2019 рік було витрачено близько 1700 Гкал теплової енергії, що в грошовому еквіваленті при середньозваженому тарифі на теплову енергію 1767 грн/Гкал становить 3003900грн/рік. Для економії витрат на теплову енергію, як можливість є встановлення повітряного теплового насосу. Тепловий насос пропонується встановити у приміщенні тепlopункту спортивного комплексу для виробництва та постачання теплової енергії для басейнів і гарячого водопостачання.

Система теплового насосу (проектування, обладнання, комплектуючі, монтаж та обслуговування) встановлюється компанією яка виграє тендер на даний проект за власні кошти, а замовник у лиці університету отримує тепlopостачання на 20% менше ніж ціна тепломережі.

Для встановлення було обрано тепловий насос потужністю 140 кВт/год. На рисунках 3.1 та 3.2 зображено як буде виглядати обладнання, яке планується встановити.



Рисунок 3.1 Каскад теплових насосів.



Рисунок 3.2 Каскад теплових насосів та вигляд панелі управління.

Магістралі теплового насосу пропонується підключити до циркуляції басейну і до окремої гілки ГВП. Тепловий насос підключається паралельно з існуючими теплообмінниками підігріву басейнів. Для системи ГВП передбачено окремий контур. Температурний графік для теплового насосу 40 - 45°C. Випаровувач теплового насосу встановлюється у повітропроводі витяжної системи.

Проблеми які наявні в системі теплопостачання спорткомплексу це:

- Відсутність тепла від постачальника на період гідравлічних випробувань та під час проривів теплотраси
- Висока вартість тепла

Основна вигода від впровадження даного проекту це: економія на різниці в цінах на тепло, альтернативне джерело для ГВП та підігріву води в басейн для безперервної роботи при відключенні спорткомплексу від теплопостачання, а також можливість безкоштовного кондиціонування та осушення повітря.

Для реалізації даного проекту необхідно слідувати наступним крокам:

- Обговорення необхідності виконання даного проекту
- Моніторинг ринку компаній що надають послуги по встановленню теплових насосів та супроводженню їх експлуатації
- Тендер на постачання обладнання в оренду
- Підписання договору оренди обладнання
- Розробка робочого проекту теплового насоса та його інтеграції в систему підігріву басейнів та ГВС
- Придбання обладнання та комплектуючих
- Монтаж обладнання
- Введення обладнання в експлуатацію, пусконаладжувальні роботи
- Обслуговування обладнання та планово-попереджувальні ремонти.

Розрахунок економії на тепловій енергії у грошовому еквіваленті на рік при умові заключення договору на оренду насосу.

$$Q_{\text{Опалення} + \text{ГВП}} = 1700 \text{ Гкал/рік} * 1767,09 \text{ грн/Гкал} = 3004053 \text{ грн/рік}.$$

Розділимо загальне споживання окремо на потреби для ГВП і опалення

$$Q_{\text{Опалення}} = 1088 \text{ Гкал/рік} * 1767,09 \text{ грн/Гкал} = 1922593,92 \text{ грн/рік}$$

$$Q_{\text{ГВП}} = 612 \text{ Гкал/рік} * 1767,09 \text{ грн/Гкал} = 1081459,08 \text{ грн/рік}$$

Приймемо що у спорткомплексі буде встановлено каскад теплових насосів загальною тепловою потужністю 100 кВт, дана технологія і обладнання на виробництво 1 Гкал теплової енергії насосом витрачає 400 кВт*год електричної енергії.

За 2019 рік, згідно розрахунків для забезпечення потреб приміщення басейну в тепловій енергії було витрачено 1700 Гкал, тоді для виробництва

цієї ж кількості теплової енергії, запропонованим тепло насосним обладнанням знадобиться $1700 \cdot 400 = 680000 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ електроенергії.

Вартість кількості спожитої з мережі електроенергії на вироблення потрібної кількості тепла за тарифом $2,35 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год}$ становитиме:

$$V_{\text{е}} = 680000 \cdot 2,35 = 1598000 \text{ грн}$$

Вартість оренди обладнання обраховуємо за формулою

$$V_{\text{оренди}} = Q_{\text{Опалення} + \text{ГВП}} \cdot 0,8 - V_{\text{е}} = 1700 \cdot 1767,09 \cdot 0,8 - 680000 \cdot 2,35 = 805242 \text{ грн}$$

$Q_{\text{Опалення} + \text{ГВП}}$ домножаємо на коефіцієнт 0,8 щоб показати 20% економії на енергії вироблених тепловим насосом за умовою договору з виконавцем послуг по аренді обладнання.

Сумарна плата за оренду та використану електроенергію становитиме:

$$V_{\text{сум}} = V_{\text{оренди}} + V_{\text{е}} = 805242 + 1598000 = 2403242 \text{ грн.}$$

Розрахуємо економію

$$E = Q_{\text{Опалення} + \text{ГВП}} - V_{\text{сум}} = 3004053 - 2403242 = 600811 \text{ грн}$$

Отже економія КПП при втіленні проекту оренди обладнання становитиме 600811 грн/рік.

Термін окупності

$$T_{\text{ок}} = V_{\text{сум}} / E = 2403242 / 600811 = 4 \text{ роки}$$

Термін окупності проекту по встановленню теплового насосу за договором оренди складає 4 роки.

3.2 Утеплення та заміна огорожувальних конструкцій приміщення басейну.

В басейні є три зовнішні стіни, які не утеплені. Утеплення стін зменшить тепловтрати. Також у великій кількості присутні зношені металеві вікна та двері: рисунок 3.3, 3.4, 3.5 та 3.6, які потребують заміни по причині дуже великих тепловтрат через них.



Рисунок 3.3 і 3.4 – Стан металевих дверей у приміщенні басейну

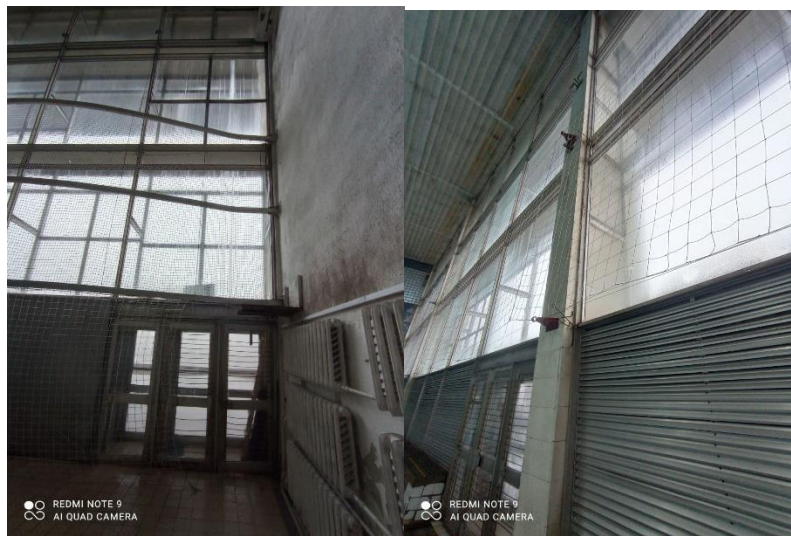


Рисунок 3.5 і 3.6 – Стан вікон у приміщенні басейну

3.2.1 Заміна вікон

Поточний стан

На даний момент в приміщенні басейну 576 м² віконних конструкцій є такими які потрібно замінити. З них 444 м² металевих вікон та 132 м²

склоблоків. Присутні великі втрати теплоти на інфільтрацію через нещільності скла до металевих рам.

Опис можливостей енергозбереження

Рекомендується замінити старі віконні конструкції на нові металопластикові склопакети. Це дасть можливість знизити втрати теплоти на інфільтрацію.

Розрахунок втрат

Тепловтрати конструкцій визначаються за формулою:

$$Q_a = Q_{opr} = \sum k_i \cdot F_i \cdot \Delta t_i = \sum \left(\frac{1}{R_o} \right) \cdot F \cdot (t_{вн} - t_{зов});$$

де $K_i = \frac{1}{R_o}$ – коефіцієнт теплопередачі зовнішніх огорожень,

$$K_v = \frac{1}{0,37} = 2,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

F - площа поверхні огорожувальної конструкції, F = 444 м².

$\Delta t_i = (t_{вн} - t_{зов})$ – різниця температур, $\Delta t_i = (18 - (-22)) = 40 \text{ К}$.

$$Q_{вік} = 444 \cdot 40 \cdot 2,7 = 47952 \text{ Вт} = 48 \text{ кВт}$$

Отже втрати теплоти через віконні конструкції при найнижчій температурі зафіксованій в даному регіоні складатимуть 48 кВт за годину.

Середня температура в опалювальний період 2018 року становила 3 °С.

$$Q_{вік} = 444 \cdot (18 - 3) \cdot 2,7 = 18 \text{ кВт}$$

Враховуючи, що кількість годин в опалювальний період приблизно 4300, розрахуємо втрати теплоти:

$$Q_{вік.р} = 2,075 \cdot 4300 = 77400 \text{ кВт} = 66.55 \text{ Гкал}$$

Що в грошовому еквіваленті при середній ціні 1400 грн/Гкал:

$$E_{\text{вік. р}} = 66,55 \cdot 1400 = 93170 \text{ грн.}$$

Витрати на введення в експлуатацію

Провівши моніторинг ринку металопластикових вікон було визначено, що ціна на один двохкамерний склопакет розміром 3,2х2,4 м складає 3400 грн. В цю ціну входять демонтажні-монтажні роботи і ціна фурнітури (відливи, підвіконня).

$$Ц_{\text{вік}} = 3400 \cdot 60 = 204000 \text{ грн.}$$

Також необхідно враховувати ціну утилізації старих вікон. Приблизна ціна 1 м² старих віконних конструкцій, в яку входить завантаження та вивіз, складає 30 грн.

$$Ц_{\text{утил}} = 30 \cdot 444 = 13320 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат:

$$Ц_{\text{сум}} = 13320 + 204000 = 217320 \text{ грн.}$$

Розрахунок економії

Заявлений виробником коефіцієнт теплопередачі нових металопластикових вікон становить $R_v = 1,02 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$,

$$K_v = \frac{1}{1,02} = 0,98 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}},$$

Теплові втрати в даному випадку становитимуть:

$$Q_{\text{вік. нов}} = 444 \cdot (18 - 3) \cdot 0,98 \cdot 4300 = 23,3 \text{ Гкал.}$$

Річна економія становитиме:

$$\Delta Q_{\text{вік}} = 66,55 - 23,3 = 43,25 \text{ Гкал.}$$

Що в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E_{\text{вік.р}} = 43,25 \cdot 1400 = 60550 \text{ грн.}$$

Оцінка терміну окупності

$$\tau = \frac{217320}{60550} = 3,6 \text{ роки.}$$

Простий термін окупності становить 3,6 роки.

3.2.2 Утеплення зовнішніх стін

Площа зовнішніх стіни розраховуються враховуючи загальну площу віконних конструкцій 576 м² та дверей 30 м²:

$$F_{\text{ст}} = F_{\text{ок}} - F_{\text{в}} - F_{\text{д}} = 1892 - 576 - 30 = 1286 \text{ м}^2.$$

$\Delta t_i = (t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}})$ – різниця температур, (°C);

$t_{\text{в}} = f$ (призначення будівлі) — розрахункова температура внутрішнього повітря, $t_{\text{в}} = 18^\circ\text{C}$ – фактично виміряна середня температура.

$t_{\text{зов}} = t_{\text{р.о}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення, $t_{\text{зов}} = -3^\circ\text{C}$ – середня температура опалювального періоду в 2018 році;

n_o – коефіцієнт, який враховує зменшення розрахункової різниці температур $(t_{\text{вн}} - t_{\text{зов}})$, залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря;

$n_o = (0,6 - 1)$ – горизонтальні огороження,

$n_o = 1$ – вертикальні огороження,

$\Sigma\beta$ - додаткові втрати теплоти в долях від основних: але $\Sigma\beta \leq 20\%$.

Враховуються для вертикальних та похилих огорожень.

а) поправка на вітер (в січні): 5% при $W=4,5-5$ м/с; 10% при $W>5$ м/с; при типовому проектуванні 5%.

б) для багатоповерхових будівель:

10-15 поверх. – 10% -1,2 поверх, 5% - 3 поверх,

більше 16 поверхів – 20% - 1,2 поверх, 15% - 3 пов., 10% -4 п.

в) кутове приміщення – 5%,

г) для приміщень висотою більше 4 м – для всіх захищаючих конструкцій - 2% на кожний метр висоти понад 4 м, але не більше ніж на 15 %.

Отже втрати теплоти через стіни становитимуть:

$$Q_c = F_{\text{ст}} \cdot K_{\text{ст}} \cdot (t_v - t_n) \cdot \eta = 1286 \cdot 1,235 \cdot (18+3) \cdot (1+0,05) = 28356,3 \text{ Вт.}$$

Враховуючи тривалість опалювального сезону:

$$Q_{\text{с.міс}} = Q_c \cdot \tau = (28356,3 \cdot 4300 \cdot 10^{-3}) / 1163 = 104,84 \text{ Гкал/рік.}$$

В грошовому еквіваленті:

$$E_{\text{втр.ст}} = Q_{\text{с.міс}} \cdot T = 104,84 \cdot 1400 = 146776 \text{ грн/рік.}$$

Розрахунок впровадження даного заходу

Для впровадження даного заходу необхідно закупити такі матеріали:

- утеплювач (мінеральна вата, пінополістирол);
- суха суміш клею;
- ґрунтова суміш;
- фасадні дюбелі;
- склосітка;

Пінополістирол:

$$N_{\Pi}=F_{\text{ст}} \cdot F_{\Pi} \cdot k_3= 1286 \cdot 1 \cdot 1,05=1350 \text{ м}^2.$$

Що у грошовому еквіваленті:

$$E_{\Pi}= N_{\Pi} \cdot \Pi= 1350 \cdot 55= 74266,5 \text{ грн.}$$

Клеєва суміш:

$$N_{\text{кл}}=F_{\text{ст}} \cdot G_{\text{кл}} \cdot k_3= 1286 \cdot 4 \cdot 1,05=5401 \text{ кг.}$$

Що у грошовому еквіваленті (враховуючи, що в мішку 35 кг):

$$E_{\text{кл}}= (N_{\text{кл}}/35) \cdot \Pi= (5401/35) \cdot 85= 13116 \text{ грн.}$$

Грунтовка:

$$N_{\text{гр}}=F_{\text{ст}} \cdot G_{\text{гр}} \cdot k_3= 1286 \cdot 0,2 \cdot 1,05=270 \text{ л.}$$

Що у грошовому еквіваленті (враховуючи, що в балоні 20 л):

$$E_{\text{гр}}= (N_{\text{гр}}/20) \cdot \Pi= (270/20) \cdot 100= 1350 \text{ грн.}$$

Фасадні дюбелі:

$$N_{\text{дюб}}=F_{\text{ст}} \cdot G_{\text{дюб}} \cdot k_3= 1260 \cdot 5 \cdot 1,05=6752 \text{ шт.}$$

Що у грошовому еквіваленті (враховуючи, що в упаковці 100 шт):

$$E_{\text{дюб}}= (N_{\text{дюб}}/100) \cdot \Pi= (6752/100) \cdot 90= 6078 \text{ грн.}$$

Скловітка:

$$N_{\text{сіт}}=F_{\text{ст}} \cdot G_{\text{сіт}} \cdot k_3= 1286 \cdot 1,5 \cdot 1,05=2025 \text{ м}^2.$$

Що у грошовому еквіваленті (враховуючи, що в рулоні 50 м²):

$$E_{\text{сіт}}= (N_{\text{сіт}}/50) \cdot \Pi= (2025/50) \cdot 420= 17014 \text{ грн.}$$

Штукатурка:

$$N_{\text{шт}}=F_{\text{ст}} \cdot G_{\text{шт}} \cdot k_3= 1286 \cdot 1,5 \cdot 1,05=2025 \text{ кг.}$$

Що у грошовому еквіваленті (враховуючи, що в мішку 35 кг):

$$E_{шт} = (N_{шт}/35) \cdot Ц = (2025/35) \cdot 85 = 4920 \text{ грн.}$$

Декоративна шпаклівка:

$$N_{шт} = F_{ст} \cdot G_{шт} \cdot k_3 = 1286 \cdot 1 \cdot 1,05 = 1350 \text{ кг.}$$

Що у грошовому еквіваленті (враховуючи, що в мішку 35 кг):

$$E_{шт} = (N_{шт}/35) \cdot Ц = (1350/35) \cdot 90 = 3472 \text{ грн.}$$

Фарба:

$$N_{ф} = F_{ст} \cdot G_{ф} \cdot k_3 = 1286 \cdot 0,3 \cdot 1,05 = 405 \text{ кг.}$$

Що у грошовому еквіваленті (враховуючи, що в мішку 20 л):

$$E_{ф} = (N_{ф}/20) \cdot Ц = (405/20) \cdot 400 = 8101 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат на матеріали:

$$\begin{aligned} E_{\text{мат}} &= E_{\pi} + E_{\text{кл}} + E_{\text{гр}} + E_{\text{доб}} + E_{\text{сіт}} + E_{\text{шт}} + E_{\text{шт}} + E_{\text{ф}} = \\ &= 74266 + 13116 + 1350 + 6078 + 17014 + 4920 + 3472 + 8101 = 128317 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Робота промислових альпіністів в даному регіоні оцінюється в розрахунку 80 % від ціни матеріалів:

$$E_{\text{роб}} = E_{\text{мат}} \cdot 1 = 94835,5 \text{ грн.}$$

Загальна сума капітальних витрат:

$$E_{\text{к.в}} = E_{\text{роб}} + E_{\text{мат}} = 128317 \cdot 0,8 = 102653 \text{ грн.}$$

Втрати теплоти після впровадження даного заходу:

$$K_{\text{ст.н}} = \frac{1}{R_{\text{із}} + R_0} = \frac{1}{2,5 + 0,02 + 0,003 + 0,025 + 0,007 + 0,002 + 0,81} = 0,297$$

Вт/(м²*К).

Втрати теплоти через стіни становитимуть:

$$Q_{c.H} = F_{ct} \cdot K_{ct.H} \cdot (t_b - t_H) \cdot \eta = 1260 \cdot 0,297 \cdot (18+3) \cdot (1+0,05) = 8255,6 \text{ Вт.}$$

Враховуючи тривалість опалювального сезону:

$$Q_{c.mic.H} = Q_{c.H} \cdot \tau = (8255,6 \cdot 4300 \cdot 10^{-3}) / 1163 = 30,53 \text{ Гкал/рік.}$$

Економія складає:

$$\Delta Q_c = Q_{c.mic} - Q_{c.mic.H} = 104,84 - 30,53 = 74,31 \text{ Гкал/рік.}$$

В грошовому еквіваленті:

$$E_{втр.ст.ек.} = \Delta Q_c \cdot T = 74,31 \cdot 1400 = 104034 \text{ грн/рік.}$$

Простий термін окупності:

$$\tau = \frac{128317}{104034} = 1,23 \text{ роки.}$$

Простий термін окупності становить 1 рік і 4 місяці. Щорічне значне підвищення тарифів на теплову енергію прискорять окупність даного проекту.

3.2.3 Заміна дверей

Поточний стан

На даний момент в приміщенні басейну встановлені подвійні металеві двері у кількості п'яти штук. Двері встановлені при будівництві будівлі, з тих пір з'явилися щілини між дверима та стінами, при наближенні до дверей стає зрозуміло що тепловтрати через них доволі серйозні, оскільки відразу відчувається перепад температури.

Опис можливостей енергозбереження

Значення термічного опору для пластикових дверей відповідає нормативному, для металевих – не відповідає. Тому рекомендується заміна вхідних металевих дверей на більш енергоефективні або утеплення цих дверей.

Розрахунок втрат

Теплові втрати через двері на даний момент становлять:

$$Q_{\text{дв}} = 30 \cdot 6,29 \cdot 22 \cdot 1,05 = 4359 \text{кВт} = 3,75 \text{Гкал};$$

Витрати на введення в експлуатацію

Провівши моніторинг ринку дверей метало пластикових було вибрано двері з більш високими теплоізоляційними характеристиками, а їх вартість становить 6550грн, вартість встановлення дверей 1200грн.

Загальна вартість, разом із витратами на встановлення дверей:

$$\Pi_{\text{сум}} = 6550 \cdot 5 + 1200 \cdot 5 = 33350 \text{грн}$$

Розрахунок економії

Так як, термічний опір даних дверей було вказано на сайті виробника, а їх площа відповідає площі старих залізних дверей, то можемо зразу порахувати теплові втрати після заміни.

Термічний опір дверей:

$$R_{\text{дв}} = 0,562 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Коефіцієнт теплопередачі дверей, складає:

$$K_{\text{дв}} = \frac{1}{0,562} = 1,78 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

Теплові втрати через двері після заміни складатимуть:

$$Q_{\text{дв}} = 30 \cdot 1,78 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1,05 = 12335 \text{кВт} = 10,6 \text{Гкал};$$

Річна економія становитиме:

$$\Delta Q_{\text{дв}} = 3,75 - 1,06 = 2,69 \text{Гкал}$$

Що в грошовому еквіваленті:

$$\Delta E_{\text{дв}} = 2,69 \cdot 1400 = 3766 \text{грн.}$$

Термін окупності становить:

$$\tau = \frac{33350}{3766} = 8,8 \text{років.}$$

Взагалі ж термін окупності буде меншим враховуючи щорічне збільшення тарифів на теплову енергію, та те що втрати насправді є дещо більшими по причині щілин між дверима та стінами, які після монтажу нових дверей також будуть прибрані.

3.4 Заміна насосів для підкачки води

Для підкачки води у фільтраційні баки та до басейну на даний час використовується три насоси марки К 290/30 – потужністю 30 кВт 1998-го року випуску(Рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 Насоси для підкачки води марки К 290/30 що

З метою економії електроенергії пропонується встановити сучасні насоси типу К200-150-315 М потужністю 34.6 кВт у кількості двох штук замість трьох насосів К 290/30.

Характеристики насосів покажемо у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Характеристики насосів

| Марка насоса | Q, м ³ /год | Напір Н, м | N, об/хв | P, кВт |
|----------------|------------------------|------------|----------|--------|
| К 290/30 | 290 | 30 | 950 | 30 |
| К200-150-315 М | 400 | 32 | 1450 | 37 |

Капіталовкладення:

Вартість за одиницю обладнання становить 42 000грн., загальна сума – 84 000грн.

Встановлення нових та демонтаж старих насосів обійдеться у 5 000 грн,

Отже загальні витрати складуть $B_3=89000$ грн.

Економія та термін окупності

Споживана потужність за рік старими насосами:

$$W1 = P_{вст} \cdot n \cdot k_{вик} \cdot T_{роб} = 30 \cdot 3 \cdot 0,8 \cdot 3840 = 276480 \text{ кВт год/рік.}$$

де $P_{вст}$ - встановлена потужність одиниці відповідного обладнання, кВт,
яка береться із паспортних даних обладнання;

n – кількість одиниць обладнання, шт.;

$k_{вик}$ – коефіцієнт використання встановленої потужності;

$T_{роб}$ - тривалість роботи відповідного обладнання за рік.

Замінивши старі насоси на нові отримаємо споживання електричної енергії:

$$W2 = 37 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 3840 = 227328 \text{ кВт год/рік.}$$

Економія електричної енергії обчислюємо:

$$\Delta W = 276480 - 227328 = 49152 \text{ кВт год/рік.}$$

Економію в грошовому еквіваленті:

$$E = 49152 \cdot 2,3 = 113409 \text{ грн/рік,}$$

2,3- вартість кіловата електроенергії для спорткомплексу.

Термін окупності обраховуємо :

$$T_{ок} = B_3 / E = 89000 / 113409 = 0,8 \text{ роки або дев'ять з половиною місяців.}$$

Термін окупності заміни насосів для підкачки води становить лев'ять з половиною місяців. Це є досить хороший показник. Такий малий термін окупності пов'язаний з застарілістю наявних насосів і їх неефективністю в порівнянні із сучасними насосами.

3.5 Промивка теплообмінників

В підвалі спорткомплексу встановлено три пластинчасті теплообмінники, вони використовуються для підвищення температури води яка іде на гаряче

водопостачання та опалення. Зображення теплообмінників показано на рисунку 3.9 та 3.10.



Рисунок 3.9 Теплообмінники в підвалі спорткомплексу

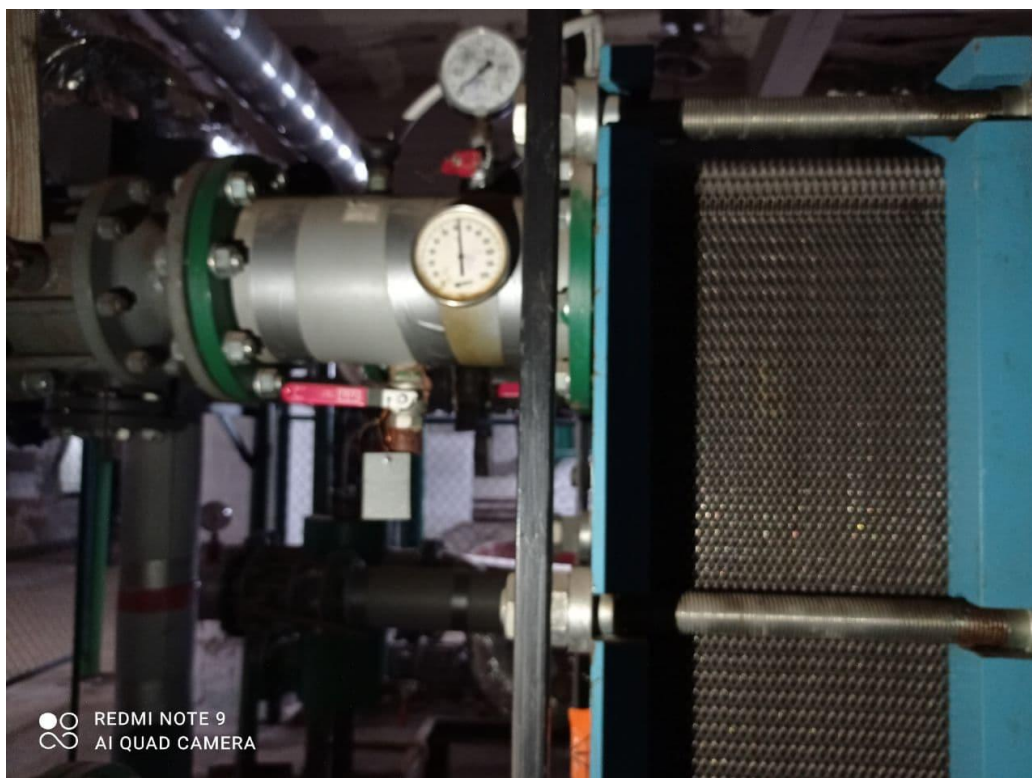


Рисунок 3.10 вигляд пластинчастого теплообміннику зблизька.

Працюють теплообмінники поперемінно, один з них завжди знаходиться у резерві. Вони були встановлені в будівлі у 2001 році і з того часу справно працюють, але з плином часу їх ефективність помітно знизилась. Температура на виході нижча на декілька градусів від заявленої в паспорті пристрою, це означає що теплообмінник потребує промивки. Проведення промивки забезпечить:

- підвищення терміну теплообмінника;
- відповідність проектного коефіцієнту теплопередачі;
- підвищення енергоефективності опалювальної системи;
- паспортний перепад тиску.

Промивання паяного пластинчастого теплообмінника - це прокачування через канали апарату для промивання розчин для чищення на протязі певного часу. Рідина підбирається відповідно до виду накипу. Сила струменя потоку розчина для чищення зазвичай повинна перевищувати експлуатаційну приблизно в 1.5 рази.

При експлуатації теплообмінника в свідомо жорстких умовах, з високою ймовірністю появи відкладення, рекомендується використовувати апарат з додатковими промивальним патрубками. В цьому випадку для очищення не потрібно порушувати проектну обв'язку.

Промивка теплообмінника забезпечить економію теплової енергії на 15 відсотків від сьогоднішніх показників.

Проведемо розрахунок економії та терміну окупності даного заходу.

Спочатку потрібно визначити вартість промивки. Компанії що надають таку послугу, вказують що вартість промивки залежить від ступеня забрудненості та наявності пошкоджень обладнання. Ступінь забрудненості приймаємо за великий, пошкоджень в теплообмінниках не виявлено. Після оцінки всіх факторів, приблизна вартість промивки теплообмінників оцінюється в 55000 гривень кожен.

Відповідно вартість промивки усіх теплообмінників становить

$$V_{\text{промивки}} = 165000 \text{ грн.}$$

У 2019 році на опалення та гаряче водопостачання було витрачено 2470 Гкал теплоти, що в грошовому еквіваленті становить 4365828 грн.

Споживання теплової енергії після промивки теплообмінника становить:

$$Q_{\text{т.п.п.}} = Q_{\text{т}} - 15\% = 2470 \cdot 0,85 = 2099,5 \text{ Гкал} = 3710953,8 \text{ грн.}$$

Економія

$$E = Q_{\text{т}} - Q_{\text{т.п.п.}} = 4365828 - 3710953,8 = 654874,2 \text{ грн}$$

Термін окупності

$$T_{\text{ок}} = V_{\text{промивки}} / E = 165000 / 654874,2 = 0,25 \text{ роки, або 3 місяці.}$$

Термін окупності промивки теплообмінників становить 3 місяці. Такий малий термін окупності, пов'язаний з тим, що промивка не проводилася жодного разу з моменту встановлення теплообмінників. Враховуючи що даний захід дасть не тільки економію теплової енергії, але й продовжить строк служби обладнання, можна зробити висновок про його велику ефективність та доцільність.

Висновки до розділу 3

Для підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі спорткомплексу в цілому, і приміщення басейну, як основного споживача енергоресурсів, запропоновано наступні заходи.

- Встановлення теплового насосу для забезпечення тепlopостачання великого басейну та його допоміжних приміщень;
- Утеплення та заміна огорожувальних конструкцій приміщення басейну, а саме: заміна металевих дверей та вікон з одинарним склінням на енергоефективні металопластикові.
- Промивка теплообмінників
- Заміна насосів для підкачки води на сучасні економніші насоси.

Для кожного з заходів було проведено розрахунок економії та термінів окупності.

Економію в гривнях на рік та термін окупності кожного заходу зведемо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 Показники економії та термінів окупності заходів з підвищення енергоефективності інженерних систем

| Захід з підвищення енергоефективності інженерних систем | Економія, грн./рік | Термін окупності |
|---|--------------------|---------------------------------------|
| Встановлення теплового насосу | 600811 | 4 роки |
| Утеплення зовнішніх стін | 104034 | 1,2 роки або один рік і чотири місяці |
| Заміна металевих вікон на металопластикові | 60550 | 3,6 роки або три роки і сім місяців |
| Заміна металевих дверей на металопластикові | 3766 | 8,8 років або 8 років та 9,5місяців |
| Заміна насосів для підкачки води | 113409 | 0,8 років або 9.5 місяців |
| Промивка теплообмінників | 654872,2 | 0,25 років або 3 місяці |

Завдяки впровадженню даних заходів, споживання енергоресурсів відчутно зменшиться, а заощаджені на покупці енергоресурсів гроші будуть досить помітними в бюджеті університету. З плином часу показники економії будуть тільки зростати оскільки заходи будуть приносити виключно дохід, оскільки їх термін окупності спливатиме. Особливо помітно це буде із заміною насосів та промивкою теплообмінника.

4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

Протягом останніх десяти років, така форма невеликого ризикованого підприємництва, як стартап, стала дуже широко розповсюдженою практикою для більшості країн світу. Це розповсюдження було спровоковано зниженням бар'єрів входу на ринки реалізації ідей, найбільш значущу роль у цьому зіграв звісно Інтернет, як інструмент для комунікації з однодумцями, або для пошуку людей які зацікавлені в інвестуванні у нові цікаві проекти. За рахунок великої кількості та широкої різноманітності стартап проектів які доступні в мережі, інвестор може знайти для себе проект на будь-який смак.

Однак, коли питання фінансування стає більш легким для вирішення, питання втілення і повної реалізації стартап-проектів характеризується великим числом ризиків. За статистикою з різних джерел успіху досягає лише від 10% до 20%, усіх започаткованих проектів. Сама ідея проекту і навіть факт наявності джерел фінансування, не є гарантією для успіху, більш важливим є те як команда яка працює над ідеєю перетворить її у працюючу бізнес-модель. А також не менш важливим є наявність потреби в продукті який буде отримано при реалізації проекту на ринку, і чи буде даний продукт затребуваний відповідною клієнтською базою.

Для того аби розробити стартап-проект та вивести його на ринок, необхідно зробити низку кроків, які допоможуть визначити ринкові перспективи проекту, принцип організації та ведення виробництва або надання послуг, аналіз ринків збуту і заходи для просування розроблюваного проекту серед інвесторів.

Далі представлено більш ширше становлення етапів стартап-проекту

Етапи розроблення стартап-проекту

Маркетинговий аналіз стартап-проекту

В межах цього етапу:

1) Розробляється опис самої ідеї проекту та визначаються загальні напрями використання потенційного товару чи послуги, а також їх відмінність від конкурентів;

2) Аналізуються ринкові можливості щодо його реалізації;

3) На базі аналізу ринкового середовища розробляється стратегія ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту.

Організація стартап-проекту

В межах цього етапу:

1) Складається календарний план-графік реалізації стартап-проекту розраховується потреба в основних засобах та нематеріальних активах;

2) Визначається плановий обсяг виробництва потенційного товару, на основі чого формулюється потреба у матеріальних ресурсах та персоналі;

3) Розраховуються загальні початкові витрати на запуск проекту та планові загальногосподарські витрати, необхідні для реалізації проекту.

Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту

В межах цього етапу:

1) Визначається обсяг інвестиційних витрат;

2) Розраховуються основні фінансово-економічні показники проекту (обсяг виробництва продукції, собівартість виробництва, ціна реалізації, податкове навантаження та чистий прибуток) та визначаються показники інвестиційної привабливості проекту (запас фінансової міцності, рентабельність продажів та інвестицій, період окупності проекту);

3) Визначається рівень ризикованості проекту, визначаються основні ризики проекту та шляхи їх запобігання (реагування на ризики).

Заходи з комерціалізації проекту

Цей етап спрямовано на пошук інвесторів та просування інвестиційної пропозиції. Він передбачає:

1) Визначення цільової групи інвесторів та опису їх ділових інтересів;

складання інвестпропозиції (оферти): стислої характеристики проекту для попереднього ознайомлення інвестора із проектом

2) Планування заходів з просування оферти: визначення комунікаційних каналів та площадок та планування системи заходів з просування в межах обраних каналів; планування ресурсів для реалізації відповідних заходів.[29]

4.1 Ідея стартап-проекту

На сьогоднішній день, інженерні системи спорткомплексу університету потребують вдосконалення, вище було приведено певну кількість заходів для підвищення їх енергоефективності. Споживання енергоресурсів з впровадженням обраних заходів, чи інших які будуть сплановані в подальшому, буде зменшуватись. Зменшення споживання розуміється на підсвідомому рівні, адже впроваджуються заходи з енергоефективності, але наглядно побачити їх не так вже й легко, до того ж хотілося би бачити поетапно як певний захід зменшую потребу в енергоресурсах і як саме це відображається на грошах які витрачаються.

Спорткомплекс, який є об'єктом дослідження в дисертації, являє собою досить велику будівлю, з великою кількістю вікон, дверей та балконів, і чималим числом приладів та обладнання які необхідні для реалізації навчального процесу та функціонування усіх аудиторій, спортзалів і двох басейнів. До того ж басейни мають низку специфічних нюансів за якими теж ведеться спостереження і на функціонування яких витрачаються кошти, навіть ті самі баки для фільтрації води.

Виходячи з того, що приміщення басейну та обладнання що забезпечує його функціонування споживаю найбільшу частку енергоресурсів від загального споживання, від 30% до 40%, і основні затрати йдуть саме на теплову енергію, було запропоновано захід встановлення теплового насосу. Тепловий насос досить складний пристрій і регулювати його виробітку можуть лише спеціалісти. Для того аби директор спорткомплексу мав змогу, в залежності від потреб спорткомплексу регулювати обсяг виробітки

теплової енергії, тим самим зменшуючи споживання електричної енергії, пропонується розробити програму для смартфона, яка дасть змогу регулювати потужність насоса он-лайн. Також, як варіант розширення функціоналу програми, при реалізації наприклад СЕС або ВЕС для вироблення електроенергії, можливість також за допомогою легких маніпуляцій у смартфоні регулювати їх потужність та слідкувати за обсягом енергії яку виробляє та чи інша установка.

Програма буде проста у використанні, будуть наявні розділи агрегати, або обладнання, в якому можна буде переключатися між обладнанням що виробляє енергію, та при переході до одного з них буде можливість при допомозі певної шкали з повзунком регулювати потужність теплового насоса, або СЕС, до тієї яка необхідні на даний момент. Наприклад влітку при малій потребі в тепловій енергії буде можливість зменшити потужність теплового насоса, з метою менших витрат електроенергії.

Зміст ідеї, напрямки застосування та вигоди для користувачів даної програми зведемо до таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

| Зміст ідеї | Напрямки застосування | Вигоди для користувачів |
|---|-----------------------|--|
| Розроблення програми яка дає змогу регулювати потужність енергогенеруючих установок | 1.Громадські будівлі | Економія коштів за рахунок раціонального використання енергії енергогенеруючих установок |
| | 2.Приватні будівлі | Можливість слідкувати за встановленими установками он-лайн без потреби особистої присутності |

Для того аби визначити сильні та слабкі сторони наведеного проекту, необхідно провести порівняльну характеристику з уже існуючими аналогами.

Таблиця 4.2 – Характеристика ідеї стартап-проекту

| Технікоекономічні та характеристики ідеї | Слабка сторона | Сильна сторона |
|--|----------------|----------------|
| 1.Не має аналогів | | + |
| 2.Новизна | | + |
| 3.Перспективи широкого розповсюдження | + | |
| 4.Простота у використанні | | + |
| 5.Економія енергії (коштів) | | + |
| 6.Можливість вдосконалення програми | | + |
| 7.Низька зацікавленість у програмі | + | |

Слабкою стороною проекту є мала перспектива широкого розповсюдження, пояснюється це тим що в Україні не так багато приватних енергоустановок, а їх власники не завжди зацікавлені в тому щоб регулювати і налаштовувати їх власними силами. До появи програми на ринку важко буде пояснити те що програма досить легка у використанні, оскільки більшість людей впевнені що працювати з таким обладнанням як тепловий насос або сонячна електростанція можуть лише спеціалісти.

Важливим аспектом буде розповсюдження інформацію про мету та функціонал програми а також реклама даного продукту для спонукання зацікавленості населення.

4.2 Запуск проекту на ринок. Можливості та перспективи

Для того щоб оцінити можливість запуск у стартап-проекту, потрібно визначити потенційні групи клієнтів та їх зацікавленість у продукті. В таблиці 4.3 наведено перелік потенційних груп клієнтів та їх характеристики.

Таблиця 4.3 Характеристики потенційних клієнтів стартап-проекту

| | | | |
|---|-------------------|---|---|
| Потреба що формує ринок | Цільова аудиторія | Відмінності у поведінці цільових груп | Вимоги користувачів до програми |
| Можливість керування генерацією та раціонального використання енергії | Приватні особи | Мало цікавляться тим як можна вдосконалити свій генеруючий об'єкт | Дешевизна та простота в використанні |
| | Підприємства | Найбільш активна частина ринку, завжди цікавляться тим як зробити краще ніж уже є | Ефективність та перспективи розвитку в майбутньому |
| | Державні установи | Зацікавлені в економії енергії але при спробі впровадити щось нове часто натикаються на бюрократичні перепони | Можливість придбати за державним замовленням по зниженій ціні, звіт по економії завдяки використанню програми |

Оскільки, продукт у вигляді програми ще не готовий, провести аналіз конкуренції на ринку неможливо.

Для кращого розуміння можливих загроз, та можливостей для стартап-проекту, проведемо частковий SWOT-аналіз даної ідеї. Характеристики загроз для проекту занесемо в таблицю 4.4. Характеристики можливостей будуть показані в таблиці 4.5

Таблиця 4.4 – Перелік та характеристики можливих загроз

| Фактори | Зміст загрози | Реакція компанії |
|---|--|--|
| Не прийняття аудиторією концепції | Не усі розуміють що регулювання потужностями дає вигоду, навпаки хочуть щоб все обладнання працювало на максимум | Проведення роз'яснювальної роботи з цільовою аудиторією, показати на етапі просування продукту яка вигода для користувача даної програми |
| Малий попит на продукт | Попит на програму і кількість скачувань не відповідає запланованим | Збільшення кількості реклами, усунення можливих недоліків або помилок після отримання перших відгуків |
| Застарілість генеруючих установок з неможливістю підключення їх до мережі | Обладнання що встановлене у користувача, не дозволяє підключитися до мережі | Розробка можливостей по вдосконаленню уже функціонуючих установок потенційного користувача |

Таблиця 4.5 – Перелік та характеристики можливостей

| Фактори | Зміст можливостей | Реакція компанії |
|---|---|---|
| Збільшення кількості власників генеруючих установок | Збільшення кількості можливих користувачів програми | Зменшення вартості продукту для підвищення зацікавленості |
| Вдосконалення і додавання нових функції програми | | Робота з найкращими програмістами, надання відкритого доступу до коду для ентузіастів |
| Вихід на міжнародний ринок | | Заклучення міжнародних партнерств, пошук нових інвесторів |

Щоб завершити ринковий аналіз можливостей впровадження проекту проводиться повноцінний SWOT-аналіз. Його результати представлені у таблиці 4.6

Таблиця 4.6 SWOT-аналіз стартап-проекту

| Сильні сторони | Слабкі сторони |
|---|--|
| Не має аналогів Новизна Простота у використанні Економія енергії (коштів) Можливість вдосконалення програми | Перспективи широкого розповсюдження Низька зацікавленість у програмі |
| Можливості | Загрози |
| <ul style="list-style-type: none"> - Збільшення кількості власників генеруючих установок - Вдосконалення і додавання нових функції програми - Вихід на міжнародний ринок | <ul style="list-style-type: none"> - Не прийняття аудиторією концепції - Малий попит на продукт - Застарілість генеруючих установок з неможливістю підключення їх до мережі |

Висновки до розділу 4

В даному розділі було розроблено стартап-проект, ідея якого полягає в створенні програми для людей або підприємств або державних установ, які володіють генеруючими установками, такими наприклад, як тепловий насос, сонячна або вітрова електростанція і таке інше, яка дасть змогу керувати процесом вироблення енергії і контролювати генеруючі потужності та слідкувати за роботою наявних підключених до програми установок. Було

проведено SWOT-аналіз в якому було показано всі можливі загрози та наявні можливості для реалізації даного проекту.

Висновки

Намагаючись визначити що ж все таки закладено в термін енергоефективності, в першому розділі, було досліджено декілька авторитетних джерел, кожне з яких дає своє визначення цього поняття. З проміж усіх наведених у першому розділі, найбільш коректним вважаю визначення, яке наведено у Законі України «Про енергозбереження»:

Енергоефективність – характеристика обладнання, технології, виробництва або систем в цілому, що показує ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту.

До переліку інженерних систем будівлі спорткомплексу, відносяться: система опалення, система вентиляції та кондиціонування, система гарячого та холодного водопостачання, система каналізації, а також система електрозабезпечення та освітлення. Їх характеристики та стан були описані в першому розділі. Основною особливістю наявних інженерних систем будівлі, можна назвати їх застарілість та зношеність, оскільки їх реконструкцією та вдосконаленням не займалися з часів зведення будівлі.

Найбільший об'єм енергоресурсів споживає система теплопостачання та електропостачання. Найбільшу ж частку цих енергоресурсів споживає приміщення басейну. Заходи для підвищення енергоефективності доцільно впровадити саме до інженерних систем які забезпечують функціонування басейну.

Загальні відомості про стан та характеристики будівлі спорткомплексу університету та окремі специфічні відомості про приміщення басейну було наведено у розділі 2. Проведено аналіз споживання теплової та електричної енергії а також холодної води, за 2017, 2018 та 2019 роки. Проаналізувавши профіль використання енергії можна дійти висновку що найбільшу частку коштів для функціонування приміщення басейну, університет витрачає на теплову енергію, від 70% до 80% від загальних витрат на енергоресурси.

Також проведено розрахунок втрат теплоти через огорожуючі конструкції, такі як стіни та дах, та світлопрозорі огорожуючі конструкції, а саме двері та вікна. Також було проведено тепловізійну зйомку спорткомплексу.

У третьому розділі було запропоновано наступні заходи з підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі спорткомплексу в цілому, і приміщення басейну, як основного споживача енергоресурсів.

- Встановлення теплового насосу для забезпечення тепlopостачання великого басейну та його допоміжних приміщень;
- Утеплення та заміна огорожувальних конструкцій приміщення басейну, а саме: заміна металевих дверей та вікон з одинарним склінням на енергоефективні металопластикові.
- Промивка теплообмінників
- Заміна насосів для підкачки води на сучасні економніші насоси.

Для кожного з заходів було проведено розрахунок економії та термінів окупності. Економію та терміни окупності кожного показано в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 Показники економії та термінів окупності заходів з підвищення енергоефективності інженерних систем

| Захід з підвищення енергоефективності інженерних систем | Економія, грн./рік | Термін окупності |
|---|--------------------|---------------------------------------|
| Встановлення теплового насосу | 600811 | 4 роки |
| Утеплення зовнішніх стін | 104034 | 1,2 роки або один рік і чотири місяці |
| Заміна металевих вікон на металопластикові | 60550 | 3,6 роки або три роки і сім місяців |
| Заміна металевих дверей на металопластикові | 3766 | 8,8 років або 8 років та 9,5місяців |
| Заміна насосів для підкачки води | 113409 | 0,8 років або 9.5 місяців |
| Промивка теплообмінників | 654872,2 | 0,25 років або 3 місяці |

В четвертому розділі було розроблено стартап-проект, ідея якого полягає в створенні програми для людей або підприємств або державних установ, які володіють генеруючими установками, такими наприклад, як тепловий насос, сонячна або вітрова електростанція і таке інше, яка дасть змогу керувати процесом вироблення енергії і контролювати генеруючі потужності та слідкувати за роботою наявних підключених до програми установок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про енергозбереження» (№74/94-ВР від 01.07.94)
2. Проект Закону «про ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів» Номер, дата реєстрації: 3071 від 12.08.2013
3. Проект Закону «про внесення змін до Бюджетного кодексу України (щодо впровадження енергоефективних заходів у бюджетних установах)» Номер, дата реєстрації: 1409-1 від 22.12.2014
4. НАКАЗ МІНІСТЕРСТВА РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ, БУДІВНИЦТВА ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ від 11.07.2018 № 173 Про затвердження Методики обстеження інженерних систем будівлі
5. ЗАКОН УКРАЇНИ Про енергетичну ефективність будівель (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст.359)
6. ДЕМЧЕНКО, В. В.; ЧУПРИНА, Х. М.; НЕВМЕРЖИЦЬКИЙ, О. В. Методи підвищення енергоефективності будівлі. Управління розвитком складних систем, 2013, 16.
7. КИРИЛЕНКО, Оксана Миколаївна; ДМИТРЕНКО, Емілія Дмитрівна. Проблеми підвищення енергоефективності та енергозбереження України. 2014.
8. Науковий журнал «Енергетика: економіка, технології, екологія» № 2 (2013) ФОРМУВАННЯ ПОЛІТИКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ – СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ЄВРОПЕЙСЬКІ ОРІЄНТИРИ Денисюк С.П.
9. І. Беззуб, НЮБ НБУВ Підвищення енергоефективності – запорука забезпечення енергетичної незалежності України
10. ГОЛИШЕВ, Олександр Маркович, et al. Пріоритетні напрямки підвищення енергоефективності будівель навчальних закладів. 2012.
11. ВОЛИНЕЦЬ, Т. Підвищення енергоефективності функціонування систем електроспоживання шляхом впровадження АСКОВЕ та АСКУЕ. Матеріали IX Всеукраїнської студентської науково-технічної

- конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання “,
2016, 1: 181-182.
- 12.КАРИЙ, О. І.; ТРАЧ, О. Ю. Методика вибору оптимальних заходів з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. *Економіка. Фінанси. Право*, 2014, 3: 13-17.
- 13.ДЖЕДЖУЛА, В. В. Методи аналізу ефективності інвестицій у енергозберігаючі заходи. 2012.
- 14.ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
- 15.ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. [Чинний від 2016-01-01]. Київ:Мінрегіон України, 2015. – 145с.
- 16.Енергозбереження. Методи вимірювання і розрахунку теплоти згоряння палива : ДСТУ 3581- 97 (ГОСТ 30517-97). — [Введ. 01.07.1998/9]. — К. : Держстандарт України, 1999. — 12 с.
- 17.Экономическая эффективность энергосбережения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие / А. И. Еремкин, Т. И. Королева, Г. В. Данилин и др. — М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2008. — 184 с.
- 18.Кучарина Е. А. Инвестиционный анализ / Е. А. Кучарина. — СПб. : Питер, 2006. — 160 с.
- 19.Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия / А. Н. Дмитриев, И. Н. Ковалев, Ю. А. Табунщиков, Н. В. Шилкин. — М. : АВОК-ПРЕСС, 2005. — 120 с.
- 20.Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту: типова методика : затв. Наказом НАЕР № 56 від 20.05.2010 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://naer.gov.ua/normativno-pravovi-akti>.

- 21.Лівінський, О. М., Очеретний, В. П., Бойко, А. С., & Шуляк, М. М. (2012). Економічна доцільність проведення енергоощадних заходів в житлових та громадських будівлях.
- 22.Державні будівельні норми України. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006
- 23.Батухтин А. Г., Кобылкин М. В., Барановская М. Г. Применение тепловых насосов для развития теплофикации //Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. – 2016. – №. 1 (238).
- 24.Горшков В. Г. Тепловые насосы //Аналитический Обзор//Справочник промышленного оборудования. – 2004. – №. 2. – С. 80.
- 25.Стартап-проект: Рекомендації до виконання розділу магістерської дисертації «Розроблення стартап-проекту»: [Електронний ресурс]: навч. посібник для студ. спеціальностей: 101 «Екологія», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 144 «Теплотехніка», спеціалізацій: «Інженерна екологія та ресурсозбереження», «Інжиніринг електротехнічних комплексів», «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв», «Системи електропостачання», «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» «Енергетичний менеджмент та інжиніринг» / П.В Круш, Н.А. Шевчук, О.І. Андрусь / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові дані (1 файл: 127 КБ). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 50 с.
- 26.Шевчук Н.А. Розробка та впровадження стартап проекту на прикладі геосинтетичного модуля-опалубки / Шевчук Н.А., Вапнічна В.В. // Сучасні проблеми економіки і підприємництво [Текст]: Збірник наукових праць. – Вип. 23. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2019 С.32-40.
- 27.Шевчук Н.А., Зайченко С.В., Кривда О.В. Впровадження та реалізація стартап проекту геомехатронного комплексу. Сучасні проблеми

- економіки і підприємництво [Текст]: Збірник наукових праць. – Вип. 21. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2018 С. 94-101.
28. Дрейпер, У. Стартапи: професійні ігри Кремнієвої долини / У. Дрейпер; пер. з англ. В. Єгорова. – Москва Ексмо, 2012. - 378 с.
29. Коен, Д. Стартап в Мережі: майстер-класи успішних підприємців / Д. Коен, Б. Фелд; пер. з англ. М. Іутіна. - 2-е вид. - Москва: Паблішер 2013. - 337 с.